Langzeitergebnisse knöcherner Operationen bei der spastischen Hüftluxation

Walter Riffeser

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547927_0071

Aus der Orthopädischen Poliklinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. H.J. Refior

Langzeitergebnisse knöcherner Operationen bei der spastischen Hüftluxation

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades in der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Walter Riffeser
aus München
1986

Mit Genehmigung des Fachbereiches Medizin
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. S. Stotz
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. H.J. Refior
Dekan:	Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der Mündlichen Prüfung: 17. Februar 1987

DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstr. 15, Tel. 288663

Meinen Eltern

I that am curtailed of this fair proportion,
Cheated of feature by dissembling Nature,
Deform'd, unfinish'd, sent before my time
Into this breathing world, scarce half made up,
And that so lamely and unfashionable
That dogs bark at me as I halt by them.

Richard III.
Richard, 1.Akt, 1.Szene,
Shakespeare, 1593

Inhaltsverzeichnis

I. **Vorwort**

II. **Literaturübersicht**
1. Geschichtlicher Überblick
2. Inzidenz der Cerebralparese
3. Ursachen für die Entstehung frühkindlicher Hirnschäden
   a) Pränatale Schädigungen
   b) Perinatale Schädigungen
   c) Postnatale Schädigungen
4. Die Einteilung der infantilen Cerebralparese
4.1. Das spastische Syndrom
   a) Die Hemiplegie
   b) Die Diplegie
   c) Die Tetraplegie
   d) Paraplegie und Monoplegie
4.2. Das extrapyramidal-motorische Syndrom
   a) Die Athetose
   b) Die Chorea
   c) Torsionsdystonie und Ballismus
   d) Tremor und Rigor
4.3. Das atonisch-astatische Syndrom
4.4. Schädigungen weiterer Zentren
   a) Epilepsien
   b) Störungen des Gehörs und der Sprache
   c) Störungen der Augen
   d) Störungen der Intelligenz
5. Die Diagnose der infantilen Cerebralparese
5.1. Allgemeine Auffälligkeiten
5.2. Reflexprüfungen
5.2.1. Haltungsreflexe
   a) Der asymmetrisch tonische Nackenreflex
   b) Der symmetrisch tonische Nackenreflex
   c) Der tonische Nackenreflex

5.2.2. Stellreflexe
a) Der Labyrinth-Stellreflex und der Hals-Stellreflex
b) Die Körper-Stellreflexe
c) Der Amphibien-Reflex
5.2.3. Statokinetische Reaktionen
6. Röntgenologisch erfaßbare Veränderungen der Hüfte
6.1. Röntgentechnik
a) Die Beckenübersichtsaufnahme
b) Die Antetorsionaufnahme
6.2. Veränderungen des coxalen Femurendes
a) Der Schenkelhalsschaftwinkel
b) Der Antetorsionswinkel
c) Veränderungen des Femurkopfes
6.3. Veränderungen der Hüftpfanne
a) Die Pfanneneingangsebene
b) Der Pfannendachwinkel
c) Tiefe und Länge der Hüftpfanne
6.4. Veränderungen in den Beziehungen von Hüftkopf zu Hüftpfanne
a) Bestimmung des Pfannenzentrums
b) Der Zentrum-Ecken-Winkel
c) Einteilung der Luxationen
7. Die Therapie der infantilen Cerebralparese
7.1. Konservative Therapie
a) Krankengymastische Behandlungskonzepte
b) Orthopädische Hilfsmittel
c) Medikamentöse Therapie
7.2. Chirurgische Eingriffe am Hüftgelenk bei der Cerebralparese.
7.2.1. Neurochirurgische Operationen
7.2.2. Muskuläre Operationen.
a) Adduktorentenotomien.
b) Operative Korrektur der Hüftbeuger.
c) Die blutige Reposition
d) Operative Methoden zu Verbesserung der aktiven Beweglichkeit

7.2.3. Knöcherne Operationen
7.2.3.1. Operationen am distalen Femurende
a) Die Derotations-Varisierungs-Osteotomie
b) Die Adduktionsosteotomie
c) Die Abstützungsosteotomie
7.2.3.2. Das Pfannendach verbessernde Eingriffe
a) Pfannendachplastiken nach Spitzy, nach Lance und nach Schede
b) Pfannendachplastik nach Dega
c) Pfannendachplastik nach Pemberton
d) Beckenosteotomie nach Chiari
e) Beckenosteotomie nach Salter

III. **Eigene Untersuchungen**
1. Untersuchunngsmethode
2. Das Krankengut
3. Ergebnisse
3.1. Klinische Untersuchungen
a) Veränderungen im Ausmaß der Behinderung
b) Veränderungen in der Beweglichkeit des Hüftgelenkes
c) Entwicklung von Fehlhaltungen und Asymmetrien
d) Veränderungen der Reflexe
3.2. Röntgenologische Untersuchungen
3.2.1. Veränderungen des Schenkelhalses
a) Veränderungen von Schenkelhals-Schaft- und Antetorsions-Winkel
b) Veränderungen des Kopf-Epiphysen-Winkels
c) Veränderungen des Epiphysen-Index
3.2.2. Veränderungen der Hüftpfanne
a) Der Pfanneneingangswinkel
b) Der Acetabulum-Winkel
c) Veränderungen des Pfannen-Index

3.2.3 Veränderungen in den Beziehungen zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne
a) Veränderungen im Abstand von Kopfzentrum zu Pfannenzentrum
b) Veränderungen der Ausladung des Pfannendaches
c) Entwicklung der Luxationen
3.3. Korrelationen zwischen röntgenologischem Befund und Schweregrad der spastischen Behinderung

IV. Diskussion der Ergebnisse

V. Zusammenfassung

Kasuistik
Literaturverzeichnis
Nachwort
Lebenslauf

I. Vorwort

Bei einer gegenwärtigen Inzidenz von ungefähr zwei Fällen auf tausend Geburten muß man in der Bundesrepublik bei 60 Millionen Einwohnern mit mindestens 30.000 Menschen rechnen, die an infantiler Cerebralparese leiden. Da der einmal erworbene Hirnschaden grundsätzlich nicht mehr zu beheben ist, verbleibt als einziger therapeutischer Ausweg die Symptome dieser Krankheit zu mindern, um den betroffenen Menschen ein Leben in größtmöglicher Selbstständigkeit zu ermöglichen. Dies wird seit fast 150 Jahren auf verschiedene Weisen versucht.

Eine Gruppe dieser Methoden beinhaltet die knöcherne Operation von Femur, Pfanne und Becken, um die dort bei der Cerebralparese häufig anzutreffenden Fehlformen zu korrigieren. Diese Operationen zählen zu den großen Eingriffen in der Orthopädie, und sind deshalb neben dem Risiko der Infektion auch immer mit beträchtlichen Belastungen für den Patienten verbunden. Dieser muß nicht nur die Operation selbst über sich ergehen lassen, sondern im Anschluß daran häufig noch für beträchtliche Zeit in einem Beckengips liegen. Dabei handelt es sich bei diesen Patienten meist um Kinder , denen wohl allein schon deshalb häufig das Verständnis für solche Maßnahmen fehlt. Zusätzlich sind diese Kinder nicht selten zu ihrem körperlichen Leiden auch noch in ihrer Intelligenz beeinträchtigt, was eine Einsicht in die Therapieerfordernisse weiter erschwert.

Vor diesem Hintergrund wirft sich die Frage auf, ob der Erfolg der Operationen, besonders bei den geistig schwer behinderten Kindern, diese Belastungen rechtfertigt, zumal damit oft auch Erwartungen der Eltern verbunden sind, die auch bei günstigstem Verlauf nicht zu erfüllen wären. Es ist Ziel dieser Arbeit diese Frage soweit als möglich zu beantworten, um die Entscheidung zur Operation auf die Gruppen cerebral geschädigter Kinder einzuengen, deren Behandlung Erfolg verspricht.

II. Literaturübersicht

1. Geschichtlicher Überblick

Das wohl älteste Dokument der vermutlichen Beschreibung einer spastischen Cerebralparese stammt aus der Tragödie "Richard III." von William Sheakespeare (1564-1616), deren erste Aufführung im Jahr 1593 in London stattfand. Neben der Beschreibung der äußeren Erscheinung der körperlich verunstalteten Hauptfigur des Herzogs von Gloster und späteren Königs Richard III., fehlt auch nicht der Hinweis auf dessen verfrühte Geburt. Dies zeigt, daß wohl auch schon in dieser Zeit Vermutungen über die Ursachen der spastischen Lähmung im Umlauf waren.

Die erste wissenschaftliche Beschreibung der Cerebralparese stammt von dem französischen Arzt **Cazauvielh** in seiner 1827 veröffentlichten Arbeit "Recherche sur l'agénésie cérébrale et la paralysie congéniale". Darin wurden fast alle klinischen Symptome der spastischen Lähmung eingehend beschrieben. In sechs Sektionen fand Cazauvielh auch verschiedenartige Veränderungen des Gehirns, deren Ursache er aber nicht zu deuten wußte. Im Jahr 1868 führte der Franzose **Cotard** sehr umfassende pathologische Untersuchung am Gehirn von spastisch gelähmten Menschen durch. Als Grund für die von ihm gefundenen Veränderungen nahm er "Erweichung, Apoplexie, Meningealhämorrhagie, traumatische Encephalitis und primäre Lappensklerose" an. Den Untersuchungen Cotards ließ sich längere Zeit nichts mehr hinzufügen, so daß sich das Interesse der Wissenschaftler nun mehr auf die Ursachen der morphologisch erkennbaren Veränderungen verlegte.

Schon 15 Jahre vor den Arbeiten Cotards aber hatte der englische Arzt **W.J.Little** im Jahr 1853 die Zusammenhänge zwischen einer schweren Geburt und der Entstehung der Cerebralparese erkannt und veröffentlicht. Im Jahr 1861 faßte er seine Ergebnisse in der mittlerweile klassischen Schrift "On the Influence of Abnormal Parturition, Difficult Labour, Premature Birth and Asphyxia Neonatorum on the Mental and Physical Condition of the Child, Especially in Relation to Deformities" zusammen. Seither wird die Cerebralparese besonders im angelsächsischen Sprachraum auch als "Little's Disease" bezeichnet. Little, dessen Interesse wohl auch in einer eigenen Behinderung begründet lag, war einer der ersten,

der in dem von ihm gegründeten Royal National Orthopaedic Hospital größere Zahlen von cerebral geschädigten Kindern durch Korrektur der Deformitäten operativ behandelte.
Im Jahr 1885 konnte die Amerikanerin Sarah **McNutt** die Verbindung zwischen Menigealhämorrhagien und späterer Cerebralparese zeigen. Der Wiener Gynäkologe **Kundrat** (1890) erklärte die von Cotard unter anderem gefundene Porenzephalie mit einer venösen Abflußstauung, verursacht durch den Verschluß des Sinus falciformis während der Geburt.

Besondere Verdienste um die Einteilung und Klassifizierung des vielseitigen Krankheitsbildes erwarb sich auch der später als Begründer der Psychoanalyse bekannt gewordene **Siegmund Freud** mit seinem 1897 erschienenen Buch "Die infantile Cerebrallähmung".

Ein weiterer Schritt in der Therapie der Spastik wurde im Jahr 1913 von **Stoffel** vollzogen, der sich nicht nur um den Ausgleich der Deformitäten, sondern auch um die Wiederherstellung des gestörten Muskelgleichgewichtes bemühte, wozu er bevorzugt partielle oder totale Neurektomien durchführte.

Zu den Vätern einer auf die Gesamtheit aller Aspekte des spastisch gelähmten Kindes eingehenden Therapie, in deren Konsequenz auch die Errichtung von eigenen Zentren stand, gehört der Amerikaner **W.M.Phelps** (1894-1971).

2. Inzidenz der Cerebralparese

In der Literatur wird die Inzidenz der Cerebralparese mit ungefähr zwei bis drei Fällen auf tausend Geburten angegeben. In Ost-Dänemark, in dem spastisch gelähmte Personen in einem zentralen Register erfaßt werden, ist die Inzidenz dieses frühkindlichen Hirnschadens in den Jahren 1965 - 1974 von 2,2 auf 1,7 neu aufgetretene Fälle pro tausend Geburten gesunken (**Gentling**, 1982). Die Ursachen dafür werden allgemein darin gesehen, daß in dieser Zeit in der Schwangerenvorsorge und in der Neonatologie deutliche Fortschritte erzielt werden konnten.

Die Ursachen für die Entstehung einer spastischen Lähmung können sehr vielgestaltig sein. Sie lassen sich dabei immer in die drei Kategorien der pränatalen, der perinatalen und der postnatalen Schädigung einordnen. Nach einer Studie von **Badalyan** (1976) tritt eine Schädigung in utero in 54 % aller spastischen Lähmungen auf. Die Perinatalschäden werden mit 38% angegeben, und postnatale Schädigungen waren mit 8% vertreten.

3. Ursachen für die Entstehung frühkindlicher Hirnschäden

a) Pränatale Schädigungen

Grundsätzlich lassen sich die meisten pränatalen Schäden, wie auch Schädigungen späterer Phasen, auf eine mangelhafte Versorgung des Gehirns mit Sauerstoff zurückführen. Als Ursachen kommen dafür nach **Zülch** (1982) Störungen der Sauerstoffversorgung der Mutter in Betracht, wie z.B. Anämien, Herzvitien, Nephropatien und Eklampsien. Aber auch die Übertragung des Sauerstoffs auf den Feten kann so weit beeinträchtigt sein, daß es bei ihm zu dauerhaften Veränderungen des Gehirnes kommt. Dies kann durch eine vorzeitige Ablösung der Placenta der Fall sein (**Martius**, 1966), oder auch durch einer Palcenta-Infarkt (**Sorba**, 1948). Als eine weitere wichtige Ursache kommt bei der Ätiologie der Cerebralparese eine Inkompatibilität des Rh-Systems in Frage. Die schwerste Verlaufsform dieser Immununverträglichkeit führt zum Kernikterus. Die exakte pathologischen Zusammenhängen sind dabei noch nicht geklärt. Gesichert ist aber, daß es auf dem Boden einer erhöhten Gefäßpermeabilität zu einer

Einlagerung von Gallenfarbstoffen in die Basalganglien kommt. Nach den Studien von **Gentling** (1983) geht die Bedeutung gerade dieser Ursache für der Entstehung der Cerebralparese stetig zurück.

Auch Infektionen können für die Entstehung eines frühkindlichen Hirnschadens in utero verantwortlich sein. Zu den im mitteleuropäischen Raum etwas häufiger anzutreffenden Erreger gehört der Rubeolus-Virus, der je nach Zeitpunkt der Infektion ein sehr unterschiedliches Schädigungsmuster hinterlassen kann (**Lenz**, 1969). Eine weitere Infektionskrankheit ist durch das Toxoplasma gondii verursacht, das sich besonders häufig in Katzenkot findet. Schädigungen durch diesen Erreger führen in der frühen Embryonalzeit zu äußeren Mißbildungen. Spätere Infektionen verursachen eine Enzephalomyelitis mit Koagulationsnekrosen und späteren Verkalkungen (**Stochdorph**, 1977). Als weitere seltene Ursachen für eine intrauterine Schädigung kommen auch Stoffwechselstörungen der Mutter und Strahlenbelastungen in Frage.

Der am häufigsten anzutreffende Grund für die Entstehung eines frühkindlichen Hirnschadens ist die Frühgeburt. Dabei muß eingeschränkt werden daß diese aber auch Ausdruck einer vorangegangenen Schädigung sein, die nicht erkannt wurde. Das noch unreife Kind zeichnet sich nach **Göb** (1965) durch eine leichte Gefäßzerreißbarkeit, eine erhöhte Blutungsneigung und eine besonders an den Hirngefäßen erhöhte Permeabilität der Kapillaren aus. Nach **Gentling** (1983) ist das männliche Geschlecht dabei besonders gefährdet. Die Bedeutung des Geburtsgewichtes und des Apgar-Index für die Entstehung einer neurologischen Auffälligkeit wird in Abbildung 3.1 deutlich gemacht.

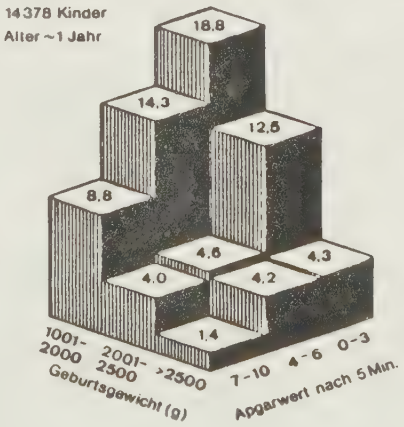


Abb. 3.1. Prozentsatz neurologisch auffälliger Kinder. Kooperative Studie über Cerebralparese (nach Hanefeld, 1983)

b) Perinatalschäden

Die Schäden im Verlauf der Geburt lassen sich in die zwei Gruppen der mechanischen und der hyopoxisch-asphyktischen Genese aufteilen. Zu den mechanischen Ursachen einer frühkindlichen Hirnschädigung zählen Blutungen, die meist durch Einrisse der venösen Gefäße des Hirnes oder der in der Dura verlaufenden Sinuus entstanden sind. Diese Schäden können traumatisch während der Austreibungsperiode im Geburtskanal geschehen, aber auch durch die Anwendug von Zangen während der Geburt verursacht sein. Insgesamt gesehen dürfte die traumatische Genese aber nur zum kleinen Teil für die Entstehung von Enzephalopathien verantwortlich sein.
Pathogenetisch bedeutender sind die Asphyxien, denen das Kind während der Geburt ausgesetzt seien kann. Diese können unter anderem bei einer verlängerten Austreibungsperiode, bei Dauerwehen oder bei einem Prolaps der Nabelschnur eintreten. Die infolge einer Asphyxie aufgetretenen Schäden betreffen dabei weniger die phylogentisch alten und damit unempfindlicheren Stammhirnzellen, sondern befallen in erster Linie die phylogenetisch jüngeren Rindenanteile. Handelt es sich dabei um zahlreiche kleine und lokal begrenzte Ischämien, so bilden sich Ulegyrien mit einer mehr diffusen Verteilung auf. Ist durch die Asphyxie ein Totaluntergang des nervösen Parenchyms verursacht worden, so führt dies zur Hydranenzephalie.

Liegt die Ursache einer Hirnschädigung nicht in einer arteriellen Mangelversorgung, sondern in einer venösen Abflußstaung, so resultiert daraus ein Hirnödem. Dieses führt zu feinen Kolloquationsnekrosen in den tieferen Rindenschichten, und in schweren Fällen auch zu größeren Cysten unter Einbeziehung der weißen Substanz.

Eine beim frühkindlichen Hirnschaden nicht selten anzutreffende Veränderung ist die Porenzephalie. Es handelt sich dabei um cystische Gewebseinschmelzungen der Rinde und des darunterliegenden Markes im Versorgungsbereich einer einzelnen Arterie. Diese Cysten sind scharf begrenzt, während das restliche Hirngewebe keine Schäden aufweist. Besonders häufig finden sich solche Gewebseinschmelzungen im Gebiet der Arteria cerebri media. Als Ursache dafür wird eine Abklemmung der Arteria carotis interna während des Geburtsvorganges diskutiert.

c) Postnatale Schädigungen

Als postnatale Ursachen einer Schädigung des Gehirns kommen Enzephalotiden und Meningitiden in Betracht, wie sie früher häufiger als Folge verspäteter Erstimpfungen zu beobachten waren. Morphologisch sind diese Veränderungen diffus über das gesamte Hirn und Rückenmark verstreut, liegen dabei aber bevorzugt perivenös in der weißen Substanz. Heute werden solche Veränderungen häufiger in der Folge viral bedingter Erkrankungen wie der Röteln, des Mumps, der Varizellen oder der Frühsommer-Meningoenzephalitis gefunden.

Auch Embolien können als Ursache frühkindlicher Hirnschäden in Betracht kommen. Die Mikroembolien der Fallot'schen Tetralogie ergeben eher ein diffuses Schädigungsmuster, das mehr den asphyktisch bedingten Veränderungen gleicht. Die Operation solcher Herzvitien kann dann aber die Ursache größerer Embolien sein (**Terplan**, 1976). Die dadurch bedingten Schäden sind in der Regel größer und auf ein engeres Gebiet begrenzt.

Als eine weitere Möglichkeit für eine postnatal entstandene Schädigung des Gehirnes sind auch Tumoren zu nennen. Die bedeutenste Ursache für die Entstehung eines kindlichen Hirnschadens ist aber die traumatische Genese, welche zum größten Teil durch den Straßenverkehrs bedingt ist.

4. Die Einteilung der infantilen Cerebralparese

Unter der infantilen Cerebralparese versteht man nach **Hallervorden** (1953) "stationäre Endzustände von Krankheiten, welche das Zentralnervensystem während seiner Entwicklung und Reifung betroffen haben". Wie aus Tabelle 4.1 hervorgeht, ist die durch eine Schädigung der Pyramidenbahn hervorgerufene spastische Lähmung mit ca. 80% die am häufigsten anzutreffende Form der Erkrankung. Liegen die Schädigungen in anderen Systemen, so kann dies zur Athetose, zur Ataxie, zum athotisch-astatischen Syndrom, oder zu weiteren sich von der Spastik unterscheidenden Ausfallserscheinungen führen. Weiterhin sind bei der infantilen Cerebralparese Epilepsien, Blick-, Hör- und Sprachstörungen, sowie eine verminderte Intelligenz häufig zu beobachten.

Tabelle 4.1 Häufigkeit der verschiedenen Krankheitsbilder der infantilen Cerebralparesen (in %) nach einer Zusammenstellung von Krenkel und Bröcheler (1982)

	Asher und Schonell	Duns-don	Nils-onne	Hoh-ann	Skat-vedt	Ingram	Plum	Brand u. Wester-gard-Nielsen	D'Avi-gnon und Garde-ström	Hansen
Zahl der Fälle	348	916	375	462	370	208	490	628	366	2621
Spastik	83,0	76	72,0	61,0	56,7	77,8	79,4	70,0	80,3	78,5
Athetose	10,0	13	23,0	24,0	14,3	8,2	16,9	13,0	4,1	9,3
Ataxie	1,0	-	2,5	4,0	6,5	7,2	3,5	10,0	6,0	4,0
Tremor	0,3	6	-	-	-	-	-		-	
Rigor			2,5	-	-	-	-	3,0	1,1	-
Mischformen	5,0	5	-	10,0	22,4	5,8	-	5,0	8,5	7,1
Andere Formen	0,6	-	-	-	-	1,0	0,2	-	-	1,1

4.1. Das spastische Syndrom

Spastik ist charakterisiert durch einen gesteigerten Tonus der Rumpf und der Extremitätenmuskulatur. Dieser Tonus zeigt sich bei rascher Dehnung des Muskels am erheblichen Widerstand, den dieser entgegensetzt. Die Rerflexe sind extrem gesteigert und führen bei Eigenreflexen zu überschießenden Kontraktionen der Muskulatur. In Ruhe ist der Tonus unauffällig. Bei aktiver Bewegung tritt jedoch, wie elektromyographische Untersuchungen von **Göb** (1965) zeigten, eine gleichzeitige Erregung von Synergisten und Antagonisten auf. An einer einzelnen Extremität können gleichzeitig neben einem normalen auch ein schlaffer und ein spastischer Tonus vorliegen. Die durch die Spastik bedingten Fehlhaltungen führen in der Folge zu Kontrakturen von Muskulatur, Sehnen und Bändern, und zu Deformierungen des Skelettes.

Die neurologischen Zusammenhänge der spastischen Lähmung sind noch immer nicht abschließend geklärt. Von der Pharmkologie her weiß man jedoch, daß man zwischen einer spinalen und einer cerebralen Spastik unterscheiden muß. Die Erklärung, daß die Spastik durch den Wegfall der pyramidalen Hemmung verursacht sei, ist mittlerweile wieder verlassen wor-

den. Die eigentliche Störung wird heute im System der gamma-Motoneurone gesehen, die über die Zellen des Vorderhornes den Tonus der Muskulatur regulieren. Dieses System wird nach **Baumgartner** (1982) über Kerne der Formatio retikularis gesteuert, wobei deren rostraler Anteil einen bahnenden, deren pontomedullärer Anteil einen hemmenden Einfluß auf die gamma-Motoneurone ausübt. Die bahnenden Einflüsse der Formatio reticularis werden vom cerebralen Cortex, von den Basalganglien und vom Cerebellum vorwiegend inhibitorisch beeinflußt. Ein Ausfall dieser Inhibition bei präpontiner Unterbrechung führt deshalb zu einer spastischen Lähmung. Entfernt man zusätzlich das Cerebellum, so tritt eine weitere Verstärkung der spastischen Symptome auf. Gleichzeitig käme es dabei zu einer Unterbrechung der die Streckmuskulatur ansteuernden Bahnen des Nucleus vestibularis lateralis, wodurch auch dessen hemmende Einflüsse auf die alpha-Motoneurone verlorengehen. Die aus diesen Veränderungen hervorgehende cerebrale Spastik wäre nicht durch eine Durchtrennung der Hinterwurzeln zu beseitigen, wie dies bei der spinalen Spastik infolge einer Querschnittsverletzuing möglich wäre. Die cerebrale Spastik kann demnach als "eine Unterbrechung der supranukleären Kontrolle der inhibitorischen Areale des gamma-Systems erklärt werden". Die vorkommenden Verteilungsmuster der Spastik am Körper und ihre Bezeichnungen sind in Abbildung 4.2. dargestellt.

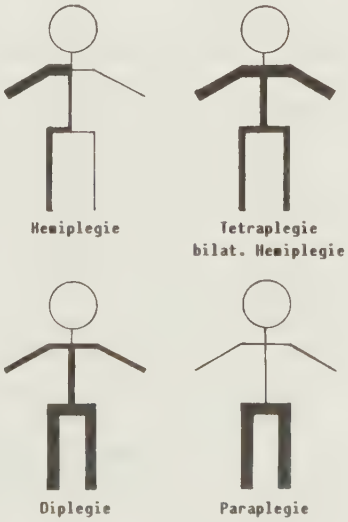


Abb. 4.2. Verteilungstypen der Cereparesen (nach Hanefeld, 1983)

a) Die Hemiplegie

Bei den Hemiplegien betrifft die Spastik nur eine der Körperhälften. Die Lähmung ist an der oberen Extremität meist stärker ausgeprägt als an den Beinen. Die Gesichtsmuskulatur selbst ist dabei seltener betroffen. Der Tonus der Pronatoren und Flexoren überwiegt, so daß es zu typischen Kontrakturen der Hüfte, des Knies, des Fußes und des Armes kommt. Nach **Tizard u.a.** (1954) sind bei der Hemiplegie neben den motorischen Störungen auch Störungen der Sensibilität, und in 25% der Fälle Hemianopsien feststellbar. Wie aus Tabelle 4.3 zu entnehmen ist, ist bei ungefähr 30% der Hemiparetiker mit dem Auftreten von Epilepsien zu rechnen.

b) Die Diplegie

Bei der Diplegie handelt es sich um den ursprünglich von Little beschriebenen Symptomenkomplex. Es ist vorwiegend die Muskulatur beider Beine und der des Beckens betroffen. Die neurologischen Ausfälle der Arme sind geringer ausgeprägt. Die Hüftgelenke sind adduziert und innenrotiert. Im Gegensatz zur Hemiplegie sind die Kniegelenke aber gestreckt und in schwereren Fällen überkreuzt. Diese Starre ist durch passive Bewegungen oder durch Stehen zu lockern, so daß der Diplegiker bei Belastung in den Kniegelenken einknickt. In schweren Fällen ist diese Art der cerebralen Lähmung auch schon in den ersten Lebenstagen durch eine allgemeine Starre zu erkennen. In der Anamnese finden sich besonders häufig Frühgeburten. Nach **Hanefeld** (1982) ist bei der Diplegie die Intelligenz in 70% der Fälle normal.

c) Die Tetraplegie

Die Tetraplegien stellen die schwerste Form der spastischen Behinderungen dar. Bei ihnen ist die gesamte willkürliche Körpermuskulatur betroffen, wobei wie bei der Hemiparese die Arme meist stärker stärker behindert sind als die Beine.

Auch zwischen beiden Körperhälften können Unterschiede in der Ausprägung der Behinderung sein. Aus diesen Gründen hat **Ingram** (1964) den Begriff der symmetrisch bilateralen und der asymmetrisch bilateralen Hemiplegie eingeführt. Sprach- und Schluckmuskulatur sind hier meist stärker betroffen als bei den anderen Verteilungsformen der Spastik. Häufiger ist hier auch eine Beteiligung der äußeren Augenmuskulatur zu finden, so daß eine beträchtliche Anzahl der Patienten schielt.

d) Paraplegie und Monoplegie

Als eine Unterform der Diplegie kann die Paraplegie betrachtet werden, die in 10-15% der spastischen Cerebralparese zu finden ist. Hier ist die klinische Symtomatik der unteren Extremitäten der der Diplegie gleich; die oberen Extremitäten sind im Gegensatz dazu aber von Behinderungen frei.
Eine weitere selten anzutreffende Form der Spastik ist die Monoplegie, die dann meist als brachiofaciale Lähmung in Erscheinung tritt.

4.2. Das extrapyramidal-motorische Syndrom

In diesen Formenkreis der infantilen Cerebralparese gehören die Athetose, die Chorea, Torsionsdystonien, Ballismus, Tremor und Rigor. Zu dem extrapyramidalen System zählen neben den kortikalen Bahnen die Stammganglien (Striatum, Pallidum, Nucleus subthalamicus, Substantia nigra) und die Anschlußstationen an den Hirnstamm. Das Striatum scheint eine Hemmung auf das Pallidum zu bewirken und damit die motorische Aktivität der Großhirnrinde unter Kontrolle zu halten. Das innere Pallidumglied scheint auf die kortikalen Zentren anregend zu wirken, steht dabei aber unter der hemmenden Kontrolle des äußeren Pallidums, des Striatums und der Substantia nigra. Störungen in diesem Bereich führen zu Beeinträchtigungen der willkürlichen Motorik, des Muskeltonus und der Koordination.

a) Die Athetose

Die Athetose zeichnet sich durch unkoordinierbare Bewegungsstörungen aus, die besonders im Bereich der mimischen Muskulatur imponieren. Diese Bewegungen laufen in langsamen geschraubten Bewegungen der Extremitäten und des Rumpfes ab, die sich wellenartig von Muskel zu Muskel ziehen. Bei Erregung kann es zu einer extremen Steigerung dieser Symptome kommen, der Schlaf führt zu einer Entspannung der Muskulatur. An den Fingern kommt es zu starken Spreizungen und Überstreckungen, was zu der typischen Schwanenhalsdeformität führt. In schweren Fällen sind Hüfte, Ellenbogen und Hand gebeugt, die Kniegelenke sind gebeugt und überkreuzt, und der Hals ist überstreckt. Häufig betroffen ist bei der Athetose auch die Sprachmuskulatur, so daß eine Verständigung sehr erschwert sein kann. Besonders tragisch ist, daß die Intelligenz trotz schwerster Koordinations- und Sprachstörungen häufig unbeeinträchtigt bleibt. Die Eigenreflexe sind bei der Athetose oft gesteigert - im Gegensatz zur Spastik sind Pyramidenbahnzeichen aber nicht auslösbar.

b) Die Chorea

Die Chorea in der Folge einer infantilen Cerebralparese unterscheidet sich von der Athetose durch sehr rasche und nur kurz anhaltende Kontraktionen der Muskulatur. Auch hier ist die Zungenmuskulatur oft beteiligt und die Symptome sind durch Erregung zu steigern. Die Reflexe sind unauffällig. Die Chorea ist bei der Cerebralparese selten isoliert anzutreffen, sondern tritt meist mit einer Athetose gemeinsam auf.

c) Torsionsdystonie und Ballismus

Die Torsionsdystonie unterscheidet sich von den anderen extrapyramidal bedingten Erkrankungen durch das plötzliche Einschiessen und Bestehenbleiben von Spasmen in Muskelgrup-

pen, die gerade eine Willkürbewegung ausführen sollten. Zusätzlich sind an Kopf und Hals langsam ablaufende, schraubenförmig drehende Bewegungen zu beobachten, die nach längerer Zeit zu Skoliosen führen.
Ähnliche Symptome weist auch der Ballismus auf, bei dem die schlagartig einschiessenden Bewegungen des Schulter- oder Beckengürtels aber von so großer Heftigkeit sind, daß der Betroffene selbst zu Boden geschleudert werden kann.

d) Tremor und Rigor

Zu den bei der infantilen Cerebralparese selten zu beobachteten Erkrankungen zählt der reine Tremor, der besonders an den Händen auch in Ruhe auftritt und dann eher feinschlägig ist. Sobald willkürliche Bewegungen ausgeführt werden sollen, nimmt der Tremor an Intensität zu.
Im Gegensatz dazu liegt beim Rigor keine alternierende, sondern eine gleichmäßige Erregung der Antagonisten vor. Daraus resultiert eine Bewegungsverarmung. Bei passiver Dehnung spürt man einen sogenannten "wächsernen Widerstand". Dehnt man schneller, so kommt es durch den wechselnden Tonus der Muskulatur zum "Zahnrad-Phänomen".
Tremor und Rigor zeichnen sich beide durch ihr Sistieren im Schlaf, ihre Steigerung bei Erregung, und ihr ansonsten normales Reflexverhalten aus. Sie sind als Symptome häufig gemeinsam zu beobachten.

4.3. Das athonisch-astatische Syndrom

Dieser Typ der infantilen Cerebralparese wurde erstmals von **Foerster** (1910) beschrieben. Es zeichnet sich durch einen den ganzen Körper betreffenden Tonusverlust aus, wobei einzelne Muskelgruppen eine noch normale Beweglichkeit aufweisen können. Dies führt zu einer verminderten Kraft, zu Dysmetrien und zu einem Intentionstremor. Die Muskelerregung setzt häufig verspätet ein, was zu einer Adiadochokinese führt. Diese weist auch auf den Sitz der Schädigung im

Kleinhirn hin, und dort speziell auf das Neocerebellum (**Zülch**, 1982). Kommt ein Ausfall des Archecerebellums noch hinzu, so resultieren daraus Gleichgewichtsstörungen, die beim Stehen und Gehen zu einem Taumeln führen.

4.4. Schädigungen weiterer Zentren

a) Epilepsien

Eine häufig zur infantilen Cerebrallähmung noch hinzukommende Komplikation ist das Auftreten von epileptischen Anfällen. Ein Überblick über die Verteilung des Leidens auf die einzelnen Arten der Lähmungen wird in Tabelle 4.3 gegeben. Daraus geht hervor, daß bei einer Störung kortikaler Zentren wie bei der Spastik, eine Epilepsie deutlich häufiger ist als z.B bei der Athetose. Eine Erstmanifestation tritt nach den Angaben mehrerer Autoren in 75% der Fälle innerhalb der ersten vier Lebensjahre auf. Die Anfälle können bis zu mehrmals täglich auftreten, was eine schlechte Prognose zur Folge hätte, aber auch über Jahre hin ausbleiben. Die generalisierten Anfälle (Grand mal) mit völliger Bewußtlosikeit, Zungenbiß, Harnabgang und tonischen, in klonische übergehende Krämpfe sind bei der Spastik weniger häufig. Hier finden sich mehr fokale Anfälle, die unter weitgehender Erhaltung des Bewußtseins verlaufen, und sich durch stereotype Bewegungen, Strampel, sowie optische oder akkustische Halluzinationen zu erkennen geben.

b) Störungen des Gehörs und der Sprache

Sprachstörungen sind bei der Athetose wesentlich häufiger anzutreffen als bei der spastischen Lähmung, wobei diese besonders bei den Hemi- und den Diplegikern eher selten sind. Häufig sind mit den Sprachstörungen auch Störungen des Gehörs verbunden, die in der allgemeinen Vielfalt der mehr ins Auge fallenden Symptome häufig übersehen, oder in ihrer Bedeutung unterschätzt werden. Nach verschiedenen Angaben

ist bei ungefähr einem Drittel der sprachgestörten Patienten auch mit Hörstörungen zu rechnen. Insgesamt gesehen treten bei der infantilen Cerebralparese in 4-6% der Fälle Mängel des Gehörs auf.

c) Störungen der Augen

Die häufigste Manifestation der Augenstörungen bei der infantilen Cerebralparese ist der Strabismus. Er tritt sowohl als Einwärts- als auch als Auswärtsschielen auf und führt unbehandelt, wie jedes andere Schielen auch, zur Amblyopie. Ein Strabismus scheint überzufällig häufig bei gestörter Intelligenz aufzutreten. Er findet sich häufiger bei spastischen als bei athetotischen Lähmungen. Als weitere Störungen kann es bei der Cerebralparese zu Nystagmen aller Formen kommen.

d) Störungen der Intelligenz

Neben den körperlichen Behinderungen stehen bei der Cerebralparese Störungen der Intelligenz in der Häufigkeit an erster Stelle. Der Rahmen reicht dabei von leichten bis hin zu schwersten Formen. Allerdings wird geistige Behinderung leicht überschätzt, da z.B. Lähmungen der Zungenmuskulatur als Oligophrenie mißgedeutet werden. Über die Verteilung der Schweregrade der geistigen Behinderung gibt Tabelle 4.4 Auskunft.
Neben der Minderung der Intelligenz sind bei der infantilen Cerebralparese noch weitere psychische Störungen wie mangelnde Konzentrationsfähigkeit, Bewegungsunruhe und Impulshaftigkeit häufig anzutreffen.

Tabelle 4.3: Häufigkeit der Epilepsie bei infantilen Cerebralparesen (in %) nach einer Zusammenstellung von Krenkel und Bröcheler (1982)

	Asher und Schonell	D'Avignon u. Gardeström	Skatvedt	Hansen	Perlstein und Gibbs	Kirman
Zahl der Fälle	400	366	370	2621	1217	228
Epilepsien (gesamt)		30,6	22	22,2	47	45
Epi bei Hemiplegien	24,2	30,3	34,8	28,2		51
Epi bei bilat. Hemip.	23,8	44		35,6	63	50
Epi bei Diplegien		17,2	19	16,6		-
Epi bei Paraplegien	3,0	-		10,4	33	-
Epi bei Athetosen	4,0	13,3	7,5	12,7	22	26
Epi bei Ataxien	-	27,3	25,3	16,0	20	0

Tabelle 4.4 Die intellektuelle Leistungsfähigkeit bei infantiler Cerebralparese nach einer Zusammenstellung von Krenkel und Bröcheler (1982)

Intelligenz-quotient (IQ)	Asher und Schonell	Miller und Rosenfeld	Hohmann	Andersen	D'Avignon u. Gardeström	Skatvedt	Hansen
90-130	24%	25%	16%	60%	43%	44% (>85)	57% (>85)
70-90	27%	25%	21%	21%	13%	22%	11% (>75)
50-70	23%	50%	23%	19%	18%		10% (>55)
50	22%		40%		26%	34%	17%

5. Die Diagnose der infantilen Cerebralparese

5.1. Allgemeine Auffälligkeiten

Eine frühzeitige Diagnose der cerebralen Kinderlähmung kann häufig nur bei einschlägigen Kenntnissen gestellt werden, da die ersten Symptome dieser Krankheit sehr diskret seien können. Dies führt dazu, daß in weniger schweren Fällen die Diagnose der Spastik erst gegen Ende des ersten Lebensjahres, die der Athetose sogar erst gegen Ende des zweiten Lebensjahres gestellt wird. Aus diesen Gründen muß jede Störung des Schwangerschaftsablaufes und der Geburt grundsätzlich an einen möglicherweise entstandenen Hirnschaden denken lassen. In Tabelle 5.1. sind Verhaltensweisen zusammengefaßt, die den Verdacht in Richtung auf einen Hirnschaden lenken müssen.

5.2. Neurologische Auffälligkeiten

Ein Neugeborenes ist in den Bewegungen noch vollständig von seinem primitiven Reflexverhalten bestimmt, und kann aus diesem Grund keine willkürlichen Bewegungen ausführen. Erst mit der Myelinisierung der Pyramidenbahn treten die primitiven Reflexe in den Hintergrund und eine bewußte Steuerung wird Motorik möglich. Das Fehlen von höheren Koordinationsfunktionen und das Persistieren von primitiven Reaktionen ist daher ein Hinweis auf eine Hirnschädigung, und kann Hinweise auf das Ausmaß der Ausfälle geben.

5.2.1. Haltungsreflexe

Jenseits des Säuglingsalters ist diese Gruppe von Reflexen, wiewohl noch vorhanden und wirksam, nicht mehr zu erkennen. Ihre Aufgabe ist es Schwerpunktverlagerungen zu stabilisieren. Da es sich hierbei aber um tonische Reflexe handelt, findet dabei keine Bewegung, sondern nur eine Tonusveränderung der Muskulatur statt. Beim Säugling und in Fällen der

Cerebralparese sind diese Reflexe aber noch als Bewegungen erkennbar, und können so Hinweise auf einen gestörten Entwicklungsablauf geben.

Tabelle 5.1.: Anamnestische Verdachtssymptome, die für das Vorliegen eines frühkindlichen Hirnschadens sprechen (nach Neuhäuser, 1982)

Allgemeines Verhalten des Kindes	Unruhe, vermehrte Schreckhaftigkeit, Berührungsempfindlichkeit, auffallende Bewegungsarmut, abnormes Schreien, Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus, Trinkschwäche, Saug- und Schluck-Schwierigkeiten, Gedeihstörungen, vermehrter Speichelfluß, röchelnde Atmung, Schielen, Nystagmus.
Lage, Haltung und Bewegung	"Kissenbohren", bevorzugte Kopfwendung, mangelnde Kopfkontrolle, Streckstellung eines oder beider Beine bzw. Arme, andauernd asymmetrische Haltung, Steifmachen (z.B. beim Füttern oder Baden), auffallende Schlaffheit, konstanter ein- oder beidseitiger Faustschluß, ungenügende Abspreizmöglichkeit der Beine, seitenungleiche Bewegungen, "falsches Strampeln" (Strecken mit Innenrotation, Beugen mit Außenrotation), Bauchlage unbeliebt, Widerstand beim Aufsetzen, konstante Spitzfußstellung, Zehengang.
Allgemeine Entwicklungsverzögerung	

a) Der asymmetrisch tonische Nackenreflex (ATNR)

Dieser Reflex wird bei aktiver und passiver Drehung des Kopfes über Vermittlung durch Proprioceptoren im Hals- und Nackenbereich ausgelöst. Bei positiver Reflexantwort wird der in Blickrichtung liegende Arm abduziert und gleichzeitig Ellenbogen-, Hand- und Fingergelenke gestreckt. Auch der Arm der Gegenseite wird abduziert, der Ellenbogen ist hier jedoch gebeugt und die Hand zur Faust geschlossen. An den Beinen wird auf der Gesichtsseite das Kniegelenk gestreckt, an der Gegenseite gebeugt.
Dieser Reflex ist bis zum 4. bis 6. Lebensmonat noch physiologisch. Ist er auch noch in einem späteren Alter auslösbar, so ist dies Hinweis auf einen Entwicklungsrückstand.

b) Der symmetrisch tonische Nackenreflex (STNR)

Auch dieser Reflex ist tonischer Natur. Er wird beim Säugling durch Beugen oder Überstrecken des Kopfes ausgelöst. Eine positive Reflexantwort ist dann gegeben, wenn bei einer Beugung des Kopfes beide Arme reflektorisch gebeugt, im Schultergelenk abduziert und die Hände zur Fäusten geballt werden. An den Beinen tritt gleichzeitig an allen Gelenken eine Streckung auf.
Überstreckt man dagegen den Kopf, so werden die oberen Extremitäten gesteckt und die unteren Extremitäten gebeugt. Wird dieser Reflex bei älteren cerebral geschädigten Kindern aus dem Vierfüßlerstand heraus geprüft, so wird von ihnen dabei eine "Häschenstellung" eingenommen.
Dieser Reflex ist vom Alter von vier bis sechs Monaten auslösbar.

c) Der tonische Nackenreflex (TNR)

Neben den über Proprioceptoren auslösbaren tonischen Reaktionen gibt es auch Reflexe, die über Vermittlung des Labyrinthes gesteuert werden. Beim TNR liegt die zu untersuchen-

de Person in Neutralstellung auf dem Rücken. Beugt man das Ellenbogen- oder das Kniegelenk, so führt dies bis zum 4. Lebensmonat zu einer Erhöhung des Tonus der gesamten Streckmuskulatur. Prüft man den gleichen Reflex in Bauchlage bei über dem Kopf gestrecketen Armen, so folgt auf die Beugung beider Kniegelenke im positiven Fall eine weitere Beugung in Hüft-, Ellenbogen-, Hand- und Fingergelenken.
Ist der Reflex über den 4. Lebensmonat hinaus auslösbar, so ist dies Hinweis auf eine Schädigung des Gehirns.

5.2.2. Stellreflexe

Bei den Stellreflexe werden Lageänderungen des Körpers nicht wie bei den Haltungsreflexen stabilisiert, sondern aktiv korrigiert. Dazu sind allerdings höhere Hirnstrukturen erforderlich, die ihre Informationen aus dem Vestibularorgan, den Proprioceptoren und dem optischen System beziehen.

a) Der Labyrinth-Stellreflex und der Hals-Stellreflex

Beim Labyrinth-Stellreflex wird über Vermittlung des Labyrinthes der Kopf auch bei wechselnden Positionen des Rumpfes aufrecht und horizontal eingestellt. Dieser Reflex ist an normalen Säuglingen bis zum 4. Lebensmonat auslösbar.
Im höheren Alter tritt an seine Stelle der Hals-Stellreflex, der den Kopf nicht mehr nach der Schwerkraft, sondern den Rumpf nach der Stellung des Kopfes orientiert.

b) Die Körper-Stellreflexe

Diese Reflexe sind zur Erhaltung des Gleichgewichts notwendig, da sie durch ihre unbewußt bleibende Aktivität mit kleinsten Korrekturen helfen die Stabilität des Körpers zu gewährleisten. Beim Stellreflex vom Kopf auf den Körper, folgt auf eine Drehung des Kopfes der Körper als Ganzes nach. Diese Reaktion ist bis zum 6. Monat noch physiolo-

gisch, und wird dann vom Körper-Körper-Stellreflex abgelöst. Dieser wird auch durch einen Drehung des Kopfes geprüft; der Körper darf jetzt allerdings nicht mehr en bloc folgen, sondern der Reihenfolge nach zuerst die Schultern, den Rumpf und dann das Becken nachziehen.

c) Der Amphibien-Reflex

Dieser Reflex wird in Bauchlage bei über den Kopf gestreckten Armen ausgelöst. Hebt man das Becken an einer Seite an, so werden auf der gleichen Seite das Hüft- und das Kniegelenk gebeugt und der Arm adduziert. Diese Reaktion ist ab dem 6. Lebensmonat zu erwarten. Behielte das Kind nach diesem Zeitpunkt die vor der Reflexprüfung eingenommene Position unverändert bei, so wäre auch dies Hinweis auf eine Schädigung des Gehirns.

5.2.3. Statokinetische Reaktionen

Diese Gruppe verschiedener Reaktionen spricht auf Beschleunigungsreize an. Sie treten etwa ab dem 6. Lebensmonat auf, und bleiben bei gesunden Menschen über das ganze Leben hin erhalten.
Bei der Sprungbereitschaft werden, wenn man ein Kind in Bauchlage langsam zu Boden läßt, Arme und Beine reflektorisch gestreckt, um einen vermeintlichen Sturz abzufangen.
Bei der Liftreaktion werden die Beine des Säuglings gebeugt, wenn dieser schnell von der Unterlage in senkrechter Richtung abgehoben wird.
Bei der horizotalen Drehreaktion wird die Lendenwirbelsäule zentripedal seitlich gebeugt, wenn man das Kind in der Luft schnell um die eigene Achse dreht.
Bei der vertikalen Drehreaktion tritt bei einer Kippung der Unterlage eine Steckung der nun tiefer gelegenen, und eine Beugung der höher gelegenen Extremitäten auf.

6. Röntgenologisch erfaßbare Veränderungen der Hüfte

6.1. Röntgentechnik

a) Die Beckenübersichtsaufnahme

Die Beckenübersichtsaufnahme (a.p.- Aufnahme) ist die Grundlage jeder röntgenologischen Diagnostik der Hüfte. Diese Aufnahme schließt neben dem gesamten Beckenskelett auch das proximale Femurende mit ein. Wirklich aussagekräftig ist sie allerdings erst nach Ablauf der ersten drei Lebensmonate, da vor diesem Zeitpunkt die Gelenkkörper noch eine so geringe Verknöcherung aufweisen, daß eine Beurteilung nach den noch folgenden Kriterien kaum möglich ist. Diese Einschränkung ist allerdings bei der spastischen Hüftluxation ohne Bedeutung, da diese nur in den seltensten Fällen so früh diagnostiziert wird.

Die Beckenübersichtsaufnahme muß in einer genau bestimmten Haltung erfolgen, da Lagerungsfehler einer Auswertung verfälschen würden: Das Becken muß dem Röntgentisch gleichmäßig aufliegen und darf weder in der Längs- noch in der Querrichtung verkippt sein, da ansonsten besonders seitenvergleichende Betrachtungen nur unsicher zu bewerten sind. Man erkennt Beckenneigungen, die bei der Cerebralparese häufig durch Hüftbeugekontrakturen verursacht sind, an einer vermehrt kreisförmigen Öffnung des Beckeneingangs. Verschieden konfigurierte Foramina obturatoria weisen dagegen auf ein seitliches Verkippen hin, wie dies durch die häufig beim Spastiker bestehende Asymmetrie hervorgerufen werden kann. Um diese Fehler möglichst gering zu halten, kann man über die Spinae iliacae anteriores eine elastische Binde spannen, was zusätzlich eine verstärkte Lordose der Lendenwirbelsäule ausgleichen würde. Einfacher und gebräuchlicher ist allerdings ein Schaumstoffpolster, das man unter die Knie des Patienten legt, um dadurch die Hyperlordosierung auszuglei-

chen. Dabei kommt man dann allerdings in Konflikt mit der Forderung, daß bei der a.p.-Aufnahme der Hüfte die Hüftgelenke möglichst gestreckt seien sollten. Dies hat bei der Auswertung der Aufnahmen aber keine so gravierenden Fehler zur Folge, so daß man sich in der Regel lieber für eine Ausgleichung der verstärkten Lordose entscheidet. Ohnehin ist es beim spastisch gelähmten Kind aufgrund der Kontrakturen häufig unmöglich eine vollständige Streckung der Hüftgelenke zu erzielen.

Weiterhin ist es bei der Beckenübersichtsaufnahme von Bedeutung, daß beide Oberschenkel parallel in Mittelstellung und ohne Außen- oder Innenrotation liegen, also in der Neutralstellung nach der Neutral-0-Methode. Dazu orientiert man sich am günstigsten an den Kniescheiben oder an der Richtung der Kniebeugung, und nicht an den Füßen, da diese selbst auch Fehlstellungen aufweisen können, und dadurch nur eine scheinbare Neutralstellung der Hüftgelenke erreicht würde.

b) Die Antetorsionaufnahme

Um Aussagen über die Antetorsion und über den Winkel zwischen Schenkelhals- und Schenkelschaftachse (CCD-Winkel) machen zu können, braucht man neben der Beckenübersichtsaufnahme noch zusätzlich eine sogenannte Antetorsionsaufnahme (AT-Aufnahme). Dies ist dadurch bedingt, daß der Femur nicht nur in einer Ebene liegt, sondern in zweien. Die eine dieser Ebenen ist bestimmt durch die Achse der beiden Kondylen des distalen Femurendes, die andere durch die Achse des Schenkelhalses. Eine a.p.-Aufnahme kann also nur die Projektion dieser beiden Ebenen in eine einzige, die der Röntgenaufnahme, sein.

Um die Antetorsion zu bestimmen haben viele Autoren Methoden angegeben, sowohl durch Palpation (**Dreesmann** 1908, **Galeazzi** 1910), die ungenau war, als auch mit Hilfe von Durchleutung (u.a. **Stewart und Karscher,** 1926). Beide Methoden hatten den gemeinsamen Nachteil, keine Röntgendokumente zu liefern. Deshalb wurde schon ab 1903 von **Soutter** und **Bradford** versucht die Antetorsion mittels eines exakt sagittalen Röntgenbildes zu schätzen. Diese Methode war natürlich äußerst ungenau, da sie einen unterschiedlichen CCD-Winkel überhaupt nicht berücksichtigte. In der Folge wurden dann verschiedene Methoden beschrieben, die die Antetorsion durch zwei Aufnahmen aus verschiedenen Positionen bestimmten (u.a. **Dunlap** und **Shands**, 1953). Durchgesetzt hat sich heute die von Rippstein angegebene Technik (**Rippstein,** 1955):

Zunächst wird eine gewöhnliche Beckenübersichtsaufnahme angefertigt (siehe Punkt 6.1.a). Bei der zweiten Aufnahme liegt der Patient auf dem Rücken, Hüft- und Kniegelenke sind rechtwinkelig gebeugt, die Oberschenkel sind um je 20° abduziert, die Unterschenkel liegen parallel zur Körperlängsachse. Um diese Stellung mühelos zu fixieren wurde ein Haltegerät konstruiert. Bei korrekter Lage liegt die Femurkondylenachse dann parallel zur querverlaufenden Schiene des Beinhaltegeräts. Da diese Schiene später auch auf dem fertigen Röntgenbild sichtbar ist, kann der projezierte Antetorsionswinkel an ihr direkt gemessen werden (Abb. 6.1.). Um nun die rellen

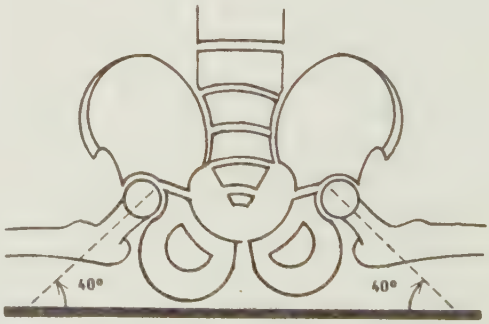


Abb. 6.1 Skizze des Röntgenbildes in Spreizlage. Die Schenkelhälse zeigen nach oben, von der Metallschiene weg, es besteht eine Antetorsion. Diese gemessene oder projezierte Antetorsion beträgt in diesem Fall + 40°. (nach Rippstein, 1955)

Schenkelhals- und Antetorsionswinkel zu erhalten, mißt man den projezierten CCD-Winkel in der Beckenübersichts-, und den projezierten AT-Winkel in der Antetorsionsaufnahme. Mit Hilfe von Tabellen läßt sich aus beiden Werten dann der reelle AT- und der reelle CCD-Winkel bestimmen (Tab. 6.2.).

Gemessener Schenkelhalsschaftwinkel	Gemessener Antetorsionswinkel															
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
100	4 101	9 100	15 100	20 100	25 100	30 98	35 99	40 98	45 97	50 96	55 96	60 94	65 94	70 93	75 92	80 91
105	4 105	10 105	15 104	20 104	25 103	30 103	36 102	41 101	46 100	51 99	56 99	60 97	65 96	70 95	75 94	80 92
110	5 110	10 110	16 109	21 108	26 108	31 107	37 106	42 105	47 104	52 103	57 101	61 100	66 98	71 97	76 95	80 93
115	5 115	11 115	16 114	21 112	27 112	32 111	37 110	43 109	48 107	52 105	57 104	62 102	67 101	71 99	76 96	81 94
120	6 120	11 119	17 118	22 117	28 116	33 115	38 114	44 112	49 110	53 108	58 106	62 104	68 103	72 101	77 98	81 95
125	6 125	12 124	17 123	23 121	28 120	34 119	39 118	44 116	50 114	54 112	59 109	63 106	68 105	73 103	77 100	82 96
130	6 130	12 129	18 127	24 126	29 125	35 124	40 122	46 120	51 117	55 115	60 112	64 109	69 107	73 104	78 101	82 97
135	6 134	13 133	19 132	25 131	31 130	37 129	42 128	47 123	52 120	57 118	61 114	66 112	70 109	74 105	78 102	83 98
140	7 139	13 138	20 137	26 135	32 134	38 132	44 130	49 127	53 124	58 120	62 116	67 115	71 111	75 107	79 103	83 100
145	7 144	14 143	21 142	27 139	33 138	40 136	45 134	51 131	55 128	59 124	63 119	68 117	72 114	76 110	79 104	83 101
150	8 149	15 147	22 146	29 144	35 143	41 141	47 138	52 135	57 133	61 129	65 124	69 120	73 116	77 112	80 106	84 102
155	9 154	17 153	25 151	31 149	38 148	44 146	50 142	55 139	59 136	63 132	67 128	71 124	75 119	78 115	81 108	85 103
160	10 159	19 158	28 157	34 154	41 153	47 151	52 147	57 144	62 140	66 136	69 132	73 128	76 122	79 117	82 111	85 105
165	12 164	23 164	32 161	40 159	47 158	53 156	58 153	63 149	65 144	69 140	72 135	75 130	78 126	81 119	83 113	86 106
170	15 169	27 168	37 166	46 164	53 162	58 159	63 157	67 154	71 150	73 145	76 141	78 134	81 129	83 122	85 116	87 109

Tab. 6.2 Korrekturzahlen zum Aufsuchen des reellen Antetorsionswinkels und des Schenkelhalswinkels. Die gesuchten reellen Winkel finden sich jeweils am Schnittpunkt zweier Spalten, dabei bedeutet die obere, kleinere Zahl die reelle Antetorsion, und die untere, größere Zahl den reellen CCD-Winkel (nach Rippstein, 1955)

Im Schnittpunkt von projeziertem CCD- und AT- Winkel findet man oben im Schnittfeld dann den reellen Antetorsionswinkel, unten im Schnittfeld den reellen Schenkelhalsschaftwinkel. Wie **Gautier** (1955) zeigen konnte, kann man aus den beiden projezierten Winkeln auch auf rechnerischem Wege die rellen Werte erhalten. Bei Werten, die zwischen den 5° Schritten

liegen, empfielt Rippstein einfach zu interpolieren. Die Abweichung zwischen den mathematisch errechneten Werten und den tatsächlich vorhandenen, sowie Fehler bei der Lagerung des Patienten und der korrekten Einzeichnung der Achsen in die Röntgenbilder gibt Rippstein mit insgesamt ungefähr 5° an.

6.2. Veränderungen des coxale Femurendes

a) Der Schenkelhalsschaftwinkel

Eine der wichtigsten Meßgrößen zur Berurteilung der Statik am Hüftgelenk ist der Schenkelhalsschaftwinkel. Er wird häufig auch als CCD-Winkel (Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel) bezeinet, und ist als die mediale Öffnung zweier Geraden definiert, die durch die Schenkelhalsachse und die Schaftachse gelegt wurden.Da dieser Winkel normalerweise aus Beckenübersichtsaufnahmen heraus bestimmt wird, muß man berücksichtigen, daß es sich dabei um einen projezierten und durch die Antetorsion veränderten, und nicht um einen rellen Winkel handelt. Die exakteste Methode zur Bestimmung der Neigung des Schenkelhalses zum Schaft stammt von **M.E.Müller**, 1957. (Abb.6.3.)

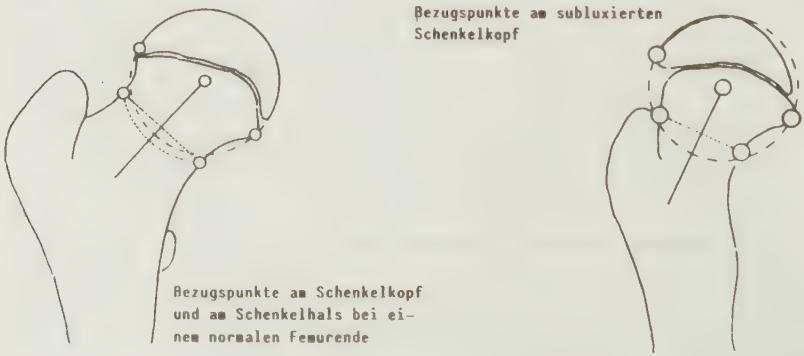


Abb. 6.3 Bestimmung des Kopf- und Pfannenzentrums, sowie der Schenkelhalsachse (M.E.Müller)

Um die Achse des Schenkelhalses zu erhalten muß man zunächst das Zentrum des Hüftkopfes bestimmen. Dies ist bei normalen, ausgewachsenen Hüftköpfen kein Problem, da diese ein fast ideales Kreissegment bilden. Legt man eine Schablone mit konzentrischen Kreisen über den Kopf, so daß die Konturen des Kopfes mit einem der vorgegebenen Kreise möglichst weit übereinstimmen, so ist der Mittelpunkt der Schablone das gesuchte Kopfzentrum. Bei Kindern und besonders bei deformierten Hüftköpfen läßt sich diese Methode leider nicht anwenden. In diesem Fall nimmt man den lateralsten Punkt der Kopfepiphyse und die mediale Halsecke, die nach **Hilgenreiner** auch als Diaphysenstachel bezeichnet wird, als Bezugspunkte. Um nun auch die Achse des Schenkelhalses zu erhalten, sucht man sich im lateralen Teil des Halsumrisses den tiefsten Punkt. Durch diesen zieht man dann einen Kreis, dessen Zentrum im Kopfmittelpunkt liegt. Die Schnittpunkte des Kreises an medialer und lateraler Schenkelhalskontur werden durch eine Gerade verbunden. Die Schenkelhalsachse erhält man indem man eine Gerade durch das Kopfzentrum und durch den Mittelpunkt der durch die beiden Bezugspunkte gelegten Gerade zieht. Die Schenkelschaftachse wird durch die Mittellinie des Schenkelschaftes gebildet. Sie ist aus der Beckenübersichtsaufnahme nicht ganz exakt zu bestimmen, da zur anatomischen Bestimmung auch der distale Teil des Femurs herangezogen wird, der auf dieser Aufnahme aber nicht zu sehen ist.

Anhaltsweise beträgt der CCD-Winkel beim Neugeborenen etwa 150°, beim Kleinkind 140°, um sich dann bis zum Abschluß des Wachstums auf etwa 128° zu verringern. Einen CCD-Winkel von 138° und darüber bezeichnet man beim Erwachsenen als Coxa valga. Liegt dieser Wert unter 120°, so liegt eine Coxa vara vor. Coxa valga im Kindesalter und Coxa vara im Greisenalter sind aber physiologisch. Schon früh haben zahlreiche Autoren sich um die exakte Erfassung des Schenkelhalsschaftwinkels bemüht. (**Miculicz** 1878, **Stieda** 1909, u.a.) Neuere Arbeiten

dazu stammen von **Zippel** (1971) und **Hamacher** (1974). Zur Differenzierung zwischen noch physiologischen, und schon pathologischen Werten eignen sich die Tabellen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (AKH) der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (DGOT), da sie auch Standardabweichungen berücksichtigen (Tab. 6.4). Diese wurden im Jahr 1984 von **Tönnis** erstellt und beruhen auf reellen, d.h. nicht auf projezierten Werten.

Alter (Jahre)	Grad −4 (extrem pathologisch)	Grad −3 (schwer pathologisch)	Grad −2 (leicht pathologisch)	Grad 1 (normal bis fraglich pathologisch)	Grad +2 (leicht pathologisch)	Grad +3 (schwer pathologisch	Grad +4 (extrem pathologisch)
> 1-< 3	<105	≥105-<115	≥115-<125	≥125-<150 *MW 140*	≥150-<155	≥155-<160	≥160
> 3-< 5	<105	≥105-<115	≥115-<125	≥125-<145 *MW 135*	≥145-<150	≥150-<155	≥155
> 5-<10	<100	≥100-<110	≥110-<120	≥120-<145 *MW 132*	≥145-<150	≥150-<155	≥155
>10-<14	<100	≥100-<110	≥110-<120	≥120-<140 *MW 130*	≥140-<145	≥145-<155	≥155
ab >14	<100	≥100-<110	≥110-<120	≥120-<135 *MW 128*	≥135-<140	≥140-<150	≥150

Abb. 6.4 Normalwerte und Abweichungen des CCD-Winkels nach den Vorschlägen der DGOT

Als Ursache für die bei der spastischen Lähmung häufig nicht erfolgende Verringerung des CCD-Winkels geben die meisten Autoren (**Storck** 1936, **Mau** 1954, **Lange** 1976) mit einem Übergewicht der hypertonen Adduktorenmuskulatur an. Die gleichzeitige Hypotonie der Abduktoren verstärkt noch diesen Einfluß. Ein weiterer Faktor ist, daß die Epiphysenfuge, die physiologischerweise immer senkrecht zur resultierenden Druckkraft liegt (**Pauwels**, 1973),durch die Vergrößerung des CCD-Winkels auch ihre Orientierung ändert, und somit allein schon durch ihr Wachstum zu einer Valgisierung führt. Nicht vergessen sollte man allerdings auch, daß beim cerebral geschädigten Kind der Schenkelhalswinkel allein schon deshalb über der Norm liegen muß, weil die Kinder häufig motorisch

nicht in der Lage sind zu laufen. Die beim aufrechten Gang auftretende Belastung des Hüftkopfes, die als eine Hauptursache für die physiologische Verringerung des CCD-Winkels angesehen wird (u.a. **Künne** 1915, **Baumann** 1970), fällt somit weg. Die mechanischen Folgen der Coxa valga sind, daß der Druck auf dem coxalen Femurende, der normalerweise um 200 kp liegt, sich auf 258 kp erhöht (**Pauwels** 1973). Der Schub auf den Schenkelhals verringert sich dagegen von 108 kp auf Null hin zu (Abb. 6.5). Insgesamt sind die Belastungsänderungen funktionell aber nicht sehr bedeutsam. Viel gravierender sind die Folgen einer Coxa valga im Hinblick auf die Bildung und Entwicklung der Hüftpfanne, was aber unter Punkt 6.4. noch näher besprochen wird.

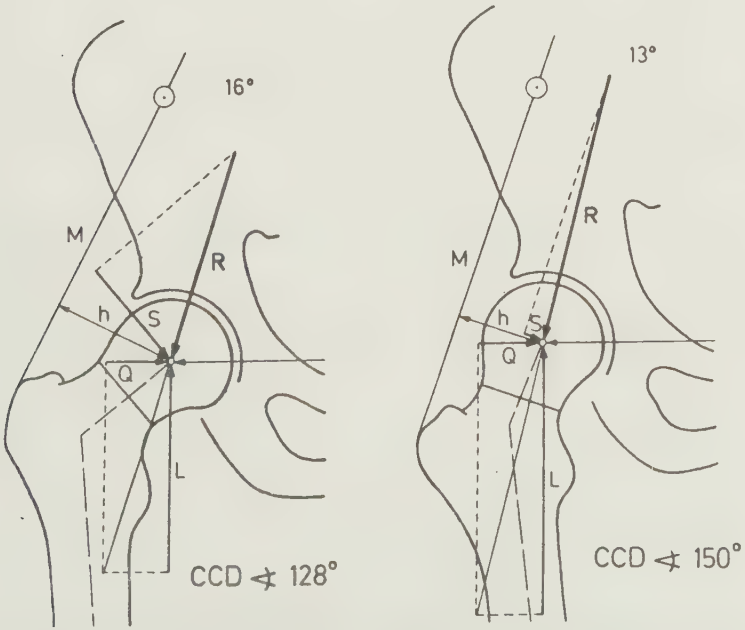


Abb. 6.5 Veränderung der Druckverhältnisse am Schenkelhals bei Normalverhältnissen und bei Coxa valga. R : Druck auf das coxale Femurende S : Druck auf den Schenkelhals (nach Pauwels, 1973)

b) Der Antetorsionswinkel

Unter der Antetorsion versteht man die Drehung der Schenkelhalsachse gegenüber der Kondylenachse des distalen Femurendes (Abb. 6.6). Dieser Antetorsionswinkel (AT-Winkel) ist normalerweise nach ventral hin offen, und wird dann in Plus-Graden angegeben. Es kann in seltenen Fällen auch eine Retrotorsion vorliegen, was dann durch Minus-Grade zum Ausdruck gebracht wird. Die Antetorsion ist röntgenologisch häufig nicht beachtet worden, was sich besonders bei der Ermittlung von CCD-Winkeln fehlerhaft bemerkbar machte. Wie schon unter der Technik der Antetorsionsaufnahme erläutert, projezieren sich in die Beckenübersichtsaufnahme sowohl CCD- als auch AT-Winkel. Aus diesem Grund ist eine zweite Aufnahme aus einer anderen Ebene notwendig. Im mitteleuropäischen Raum ist die Aufnahmetechnik von **Rippstein** (1955) vorherrschend (90° Flexion, 20° Abduktion). Aus dieser Aufnahme kann man dann, analog zur Ermittlung der Schenkelhalsachse in der Beckenübersichtsaufnahme, den projezierten Winkel zwischen Schenkelhalsachse und der mitabgebildeten Schiene des Haltegeräts bestimmen. Um nun den reellen Winkel zu erhalten, bedient man sich der Tabellen, die Rippstein zur Beschreibung seines Verfahrens mitgeliefert hat. (Siehe Abb. 6.2. und Punkt 6.1.b)

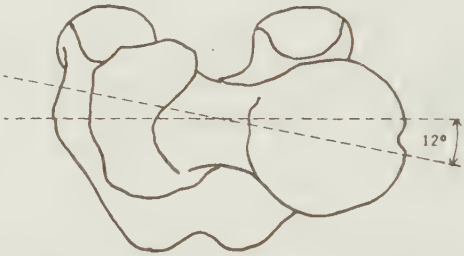


Abb. 6.6 Die physiologische Antetorsion des Schenkelhalses, Ansicht von kranial nach kaudal.

Die Antetorsionsbestimmung nach der eben beschriebenen Methode hat den Nachteil empfindlich gegen Lagerungsfehler zu sein, so daß in neuerer Zeit auch die Forderung nach einer

dritten, die Kniegelenke mit einbeziehenden Aufnahme aufkam, um die Rotation zu beurteilen, und bei Bedarf mit einzuberechnen (**Henrikson** 1980, **Burr et al.** 1982). Normalwerte der Antetorsion in den jeweiligen Altersstufen sind Abb. 6.7. zu entnehmen.

Alter (Jahre)	Grad −4 extrem pathologisch	Grad −3 schwer pathologisch	Grad −2 leicht, fraglich pathologisch	Grad 1 normal	Grad +2 leicht, fraglich pathologisch	Grad +3 schwer pathologisch	Grad +4 extrem pathologisch
> 1-< 3	<20	≥20-<25	≥25-<35	≥35-<55 *MW 45*	≥55-<60	≥60-<75	≥75
≥ 3-< 7	<15	≥15-<20	≥20-<30	≥30-<50 *MW 40*	≥50-<55	≥55-<70	≥70
≥ 7-< 9	<10	≥10-<15	≥15-<25	≥25-<45 *MW 35*	≥45-<50	≥50-<65	≥65
≥ 9-<11	< 5	≥ 5-<10	≥10-<20	≥20-<40 *MW 30*	≥40-<45	≥45-<60	≥60
≥11-<13	< 5	≥ 5-<10	≥10-<15	≥15-<35 *MW 25*	≥35-<40	≥40-<55	≥55
≥13-<15	< 0	≥ 0-< 5	≥ 5-<10	≥10-<30 *MW 20*	≥30-<35	≥35-<50	≥50
≥15	< 0	≥ 0-< 5	≥ 5-<10	≥10-<25 *MW 15*	≥25-<30	≥30-<45	≥45

Abb.6.7 Normalwerte und Abweichungen des Antetorsionswinkels nach den Vorschlägen der DGOT

Gerade bei der Cerebralparese kommt es zu einer Häufung pathologisch vergrößerter Antetorsionswerte, die dabei extreme Ausmaße annehmen können. Die Ursachen für diese Veränderung sind noch nicht abschließend geklärt. Jedoch wird, wie auch bei der spastischen Valgusfehlstellung, der verstärkte Muskelzug der Hüftbeugemuskulatur und der Innenrotatoren dafür verantwortlich gemacht. Allerdings stellte **Thom** 1961 fest, daß die Valgusfehlstellung beim Spastiker noch normal sein kann, während die Antetorsion schon deutlich pathologische Werte aufweist. Seine Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß die Antetorsion mit dem Ausmaß der Spastik wesentlich höher korreliert als mit der Schenkelhalsneigung. Dennoch zeigte er in der gleichen Veröffentlichung eine Darstellung des Zusammenhangs zwischen AT- und CCD-Winkel, in der eine, wenn auch breit gestreute, Korrelation beider

Werte feststellbar ist (Abb. 6.8). Dies spräche wieder mehr für eine einheitliche Ursache der Coxa valga und der Coxa antetorta. Klische Beobachtungen führen denselben Autor zu der Annahme, daß Hüftbeugekontrakturen für die Entstehung eines vergrößerten AT-Winkels besonders bedeutsam zu seien scheinen. Mechanische Folge der Coxa antetorta ist, daß sich die Belastungsfläche des Caput femoris in den vorderen Bereich der Pfanne verlegt, und somit verkleinert wird. Dies hat dort einen höheren Druck zur Folge und begünstigt somit die Luxationstendenz.

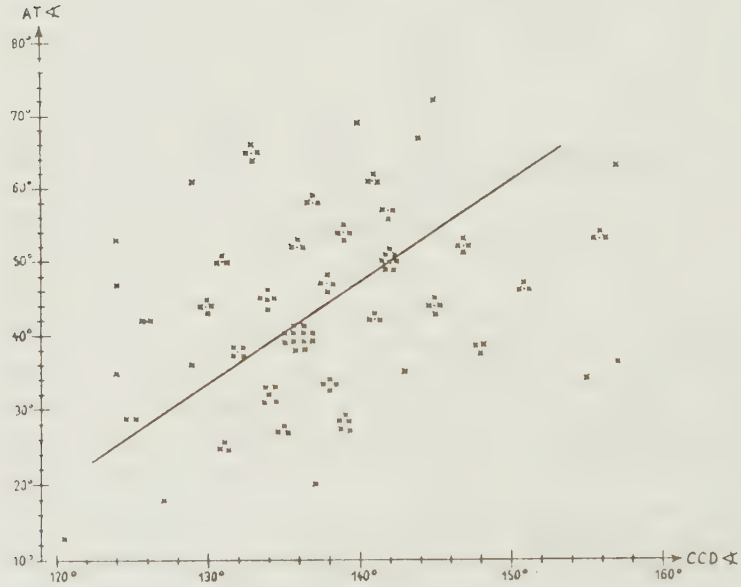


Abb. 6.8 Graphische Darstellung bei 71 Patienten mit Cerebralparese bzw. an 142 Hüftgelenken ermittelten CCD- und AT Winkel in ihrer gegenseitigen Beziehung (aus Thom, 1961)

c) Veränderungen des Femurkopfes

Bei der Luxationshüfte ist der Schenkelhalskopf pathologischen Druckbelastungen ausgesetzt. Dadurch wird der normalerweise fast kugelige Kopf von medial her abgeflacht. Der Epiphysenkern dabei medial schwächer als lateral belastet und wandert nach oben außen hin aus. Damit steht er exzentrisch zur Schenkelhalsmetaphyse. Der Kopf nimmt eine Form an, die häufig mit einer Jakobinermütze oder mit einem Dogenhut verglichen wird. Der Epiphysenkern kann neben der Verlagerung auch Strukturveränderungen unterworfen sein. Da die einfache Höhenmessung der Epiphyse bei der starken Vergrößerung, die der Schenkelhalskopf im Verlauf des Wachstums erfährt, keine vergleichbaren Werte ergeben kann, ging man daran einen Index eizuführen, der die Höhe in Bezug zur Breite setzt. Einer der häufiger verwandten Indices basiert auf den Vorschläge von **Eyre-Brook** (1936). Danach wird die Epiphysenhöhe durch die Epiphysenbreite dividiert, und das Ergebnis mit Hundert multipliziert:

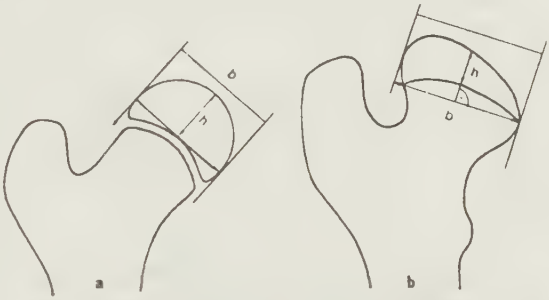


Abb. 6.9 Meßlinien zur Ermittlung des Epiphysenindex nach Eyre-Brook in leichter Abwandlung nach der DGOT (s. Text)
a Messung bei noch offener Fuge
b Messung nach Schluß der Wachstumsfuge

$$\text{Epiphysenindex} = \frac{\text{Höhe der Epiphyse}}{\text{Breite der Epiphyse}} \cdot 100$$

Allerdings gab der Autor ein Meßverfahren an, das nicht exakt die Breite der Epiphyse mißt, und das bei deformierten Schenkelhalsköpfen versagt, da es sich nur auf die Endpunkte der Epiphyse in Schenkelhalshöhe bezieht. Der Arbeitskreis

für Hüftdysplasie der DGOT (**Tönnis**, 1984) empfielt daher, die größte Breite der Epiphyse in querer Richtung zu messen, und die Höhe derselben auf der Mittelsenkrechten dazu (Abb. 6.9.). Die Normalwerte dieses Indeces (Tab. 6.10) liegen bei Kinder unter 7 Jahren zwischen 55 und 45, bei über 7 Jahren zwischen 45 und 35; der Hüftkopf wird also mit zunehmenden Alter flacher.

Alter (Jahre)	Normal-wert	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
2- 4	55	63-43	42-36	35-31	31
5- 7	50	58-42	41-35	34-30	30
8-10	45	53-37	36-30	29-25	25
11-13	43	51-35	34-28	27-23	23
14-25	37	43-31	30-25	24-19	19

Tab. 6.10 Normalwerte und Abweichungen des Epiphysen-Index nach Eyre-Brook

Weiterhin verändert sich bei der Hüftluxation auch die Orientierung der Hüftkopfepiphysenfuge. Da sie immer senkrecht zur resultierenden Druckkraft des Körpergewichts liegt (**Pauwels**, 1973), muß sie bei einer Valgisierung ihre Wachstumsrichtung immer mehr der Femurachse annähern, was im weiteren Verlauf des Wachstums die Vergrößerung des CCD-Winkels noch fördert. Die Lage der Metaphyse kann durch verschiedene Meßverfahren kenntlich gemacht werden. Die Messung des Kopfepiphysen-Schenkelhalswinkels (KE-Winkel) nach **Jäger** und **Refior** (1972) hat heute die größte Verbreitung gefunden (Abb. 6.11). Die Richtung der Epiphysen-

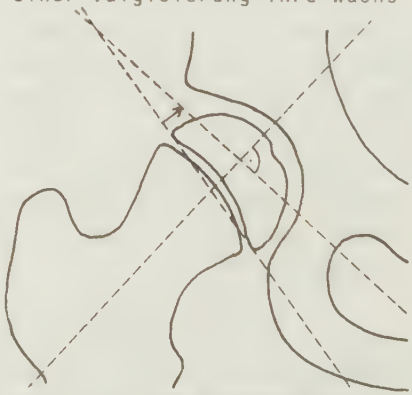


Abb. 6.11 Ermittlung des Kopfepiphysen-Schenkelhals-Winkels nach Jäger und Refior

fuge wird dabei durch die Verbindung des untersten möglichst weit medialen, und des untersten möglichst weit lateralen Punktes der Kopfepiphyse auf der Metaphyse bestimmt. Normalwerte des KE-Winkels finden sich in Tab. 6.12. aufgeführt. Wie **Nagel** (1978) und **Thiele** (1978) zeigen konnten, verändert sich der KE-Winkel bei falscher Lagerung oder erhöhter Antetorsion im Röntgenbild nur gering. Die Kopfepiphyse schließt sich im Alter von 17-18 Jahren. Ihre ehemalige Position läßt sich aber häufig noch an einer Zone verstärkter Sklerosierung erkennen, so daß in der Regel auch beim Erwachsenen die Messung des KE-Winkels noch möglich ist.

Alter (Jahre)	Grad −4	Grad −3	Grad −2	Normal (Grad 1)	Grad +2	Grad +3	Grad +4
≥ 1-< 2	<3	≥3<7	≥7-<11	≥11-<21	≥21-<25	≥25-<29	≥29
≥ 2-< 3	<1	≥1<5	≥5-< 9	≥ 9-<19	≥19-<23	≥23-<27	≥27
≥ 3-< 4	<1	≥1<5	≥5-< 9	≥ 9-<19	≥19-<23	≥23-<27	≥27
≥ 4-< 5	<2	≥2<6	≥6-<10	≥10-<20	≥20-<24	≥24-<28	≥28
≥ 5-< 6	<2	≥2<6	≥6-<10	≥10-<20	≥20-<24	≥24-<28	≥28
≥ 6-< 7	<3	≥3<7	≥7-<11	≥11-<21	≥21-<25	≥25-<29	≥29
≥ 7-< 8	<3	≥3<7	≥7-<11	≥11-<21	≥21-<25	≥25-<29	≥29
≥ 8-< 9	<5	≥5<9	≥9-<13	≥13-<23	≥23-<27	≥27-<31	≥31
≥ 9-<10	<5	≥5<9	≥9-<13	≥13-<23	≥23-<27	≥27-<31	≥31
≥10-<11	<5	≥5<9	≥9-<13	≥13-<23	≥23-≥27	≥27-<31	≥31

Tab. 6.12 Normalwerte und Abweichungen des KE-Winkels nach Jäger und Refior

6.3. Veränderungen der Hüftpfanne

Die meisten Messungen, die an der Hüftpfanne durchgeführt werden beurteilen deren Stellung zum Becken. Aus diesem Grund ist es notwendig Hilfslinien einzuführen, an denen sich Winkelmessungen orientieren können. Eine der wichtigsten Orientierungsgeraden ist die Linie nach **Hilgenreiner** (1925). Sie wird in die Beckenübersichtsaufnahme gelegt, und ist die Verbindung zwischen den beiden Y-Fugen. Sie liegt dabei den untersten Knochenpunkten der beiden Beckenschaufeln an und legt somit die Horizontale des Beckenskelettes fest (Abb. 6.13). Da Hilgenreiner selbst aber nicht angab,

wo genau die nach ihm benannte Linie anzulegen sei, kann es vorkommen, daß in Veröffentlichungen verschiedene Bezugspunkte gewählt wurden. Ein großer Vorteil dieser Linie besteht darin, daß sie beim Kind praktisch immer zu bestimmen ist. Nach Schluß der Epiphysenfugen mit 13-18 Jahren ist sie natürlich nicht mehr anwendbar. Um eine Horizontale im Becken festlegen zu können bedient man sich dann der von **Köhler** 1905 beschriebenen Tränenfigur, die im Röntgenbild durch die Incisura acetabuli hervorgerufen wird, und verbindet diese beiden Punkte durch eine Gerade (Abb. 6.14).

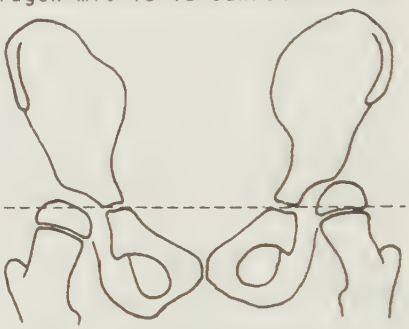


Abb. 6.13 Festlegung der Beckenhorizontalen mit Hilfe der Hilgenreiner'schen Linie

a) Die Pfanneneingangsebene

Anatomisch ist die Pfanneneingangsebene im Wesentlichen lateral-kaudal geneigt. Gleichzeitig besteht auch noch eine Neigung in ventral-kaudaler Richtung, die aber in der a.p.-Aufnahme des Beckens nicht zu bestimmen ist. Der Pfanneneingangswinkel zur Horizontalen (PE-Winkel) wird nach der Methode von **Ullmann** (1939) bestimmt. Dazu legt man eine Gerade von dem untersten Punkt der Köhler-Tränenfigur bis zum Pfannenerker (Abb. 6.15). Diese Messung ist aus anatomischen Sicht allerdings nicht ganz korrekt, da die Tränenfigur etwas medialer liegt als der tatsächliche

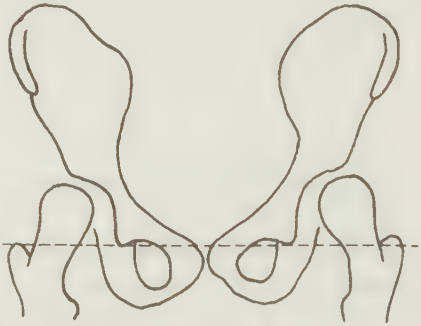


Abb. 6.14 Festlegung der Beckenhorizontalen anhand der Köhler'schen Tränenfigur

Pfannenrand. Ullmann gibt für den PE-Winkel als maximalen Normalwert im Alter bis zu 10 Jahren rund 45° und im Erwachsenenalter rund 40° an. Nach **Stulberg** und **Harris** (1974) sprechen Werte von über 43° für eine bestehende Dysplasie. Einteilungen der PE-Winkel nach dem Ausmaß ihrer Fehlstellungen sind in Tab. 6.16 nach den Vorschlägen der DGOT dargestellt.

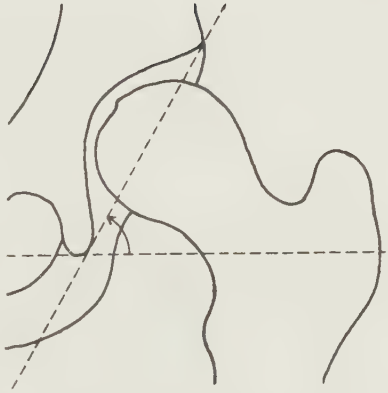


Abb. 6.15 Bestimmung der Pfanneneingangsebene (PE-Winkel) nach Ullmann

Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
1–11	46	≤49	50–52	53–55	≥56
11–13	44	≤47	48–51	52–54	≥55
13–14	42	≤45	46–49	50–52	≥53
ab 14	40	≤43	44–46	47–49	≥50

Tab. 6.16 Normalwerte und Abweichungen des PE-Winkels nach den Vorschlägen der DGOT

b) Der Pfannendachwinkel

Der Pfannendachwinkel (Acetabulum-, Ac-Winkel) gibt Aufschluß über die Steilheit des tragenden Teils der knöcheren Pfanne. Er wird heute allgemein nach der Methode von **Hilgenreiner** (1925) bestimmt. Dabei wird in der Beckenübersichtsaufnahme eine Gerade durch die unterste laterale Ecken des Os ilium in der Y-Fuge und den seitlichen Pfannenerker gezogen. Der Punkt am Pfannenerker muß aber noch im Bereich der Sklerosierungsfläche des Pfannendaches liegen. Der laterale

Winkel, der von dieser Geraden und der Hilgenreinerschen Linie gebildet wird ist dann vereinbarungsgemäß der Ac-Winkel (Abb. 6.17). Für die Bestimmung des Pfannendachwinkels bei älteren Jugendlichen und Erwachsenen kann man sich nicht mehr an der Y-Fuge orientieren, da diese dann schon geschlossen ist. In diesem Fall legt man eine Gerade durch den Pfannenerker und das mediale Ende der Sklerosierungszone der Pfannendaches. **Müller** stellte 1955 fest, daß das mediale Ende der Sklerosierungszone im Normalfall der unteren lateralen Ecke des Os ilium entspricht. Bei der Geburt liegt der Ac-Winkel bei ungefähr 35°, um sich dann in der Adoleszenz auf ca. 0° zu verringern. Grenzen noch normaler Werte, die auch Standardabweichungen einschließen, wurden 1968 von **Tönnis** und **Brunken** (Tab. 6.18) veröffentlicht. Das Ausmaß der Abweichungen von der normalen Stellung des Pfannendaches ist in Tab. 6.19 dargestellt.

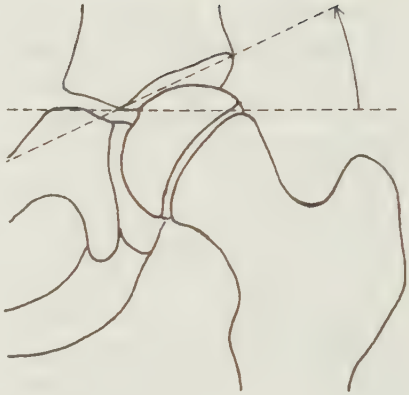


Abb. 6.17 Ermittlung des Pfannendach-Winkels

Alter (Jahre/Monate)	Mädchen rechts	Mädchen links	Zahl	Jungen rechts	Jungen links	Zahl
0/1+0/2	30,0 ± 5,8	30,6 ± 5,5	25	23,6 ± 4,1	27,2 ± 4,0	13
0/3+0/4	26,5 ± 4,9	27,7 ± 5,5	90	23,4 ± 4,5	24,5 ± 4,6	54
0/5+0/6	22,8 ± 4,5	24,5 ± 4,8	96	19,4 ± 4,8	22,0 ± 4,8	62
0/7—0/9	21,2 ± 4,1	22,7 ± 4,2	143	20,3 ± 4,3	21,3 ± 4,1	65
0/10—1/0	20,8 + 3,9	22,8 ± 4,3	84	19,4 + 3,8	21,3 ± 3,9	42
1/1—1/3	20,2 ± 4,4	22,1 ± 4,8	62	18,7 ± 4,4	20,3 ± 3,7	26
1/4—1/6	20,7 ± 4,3	21,8 ± 4,3	44	19,5 ± 4,3	21,6 ± 4,2	28
1/7—2/0	19,8 ± 4,3	22,0 ± 4,4	59	16,8 + 3,8	19,1 ± 4,1	33
2/1—3/0	18,0 ± 3,8	19,5 ± 3,8	59	16,7 ± 4,3	18,5 ± 4,2	46
3/1—5/0	14,5 ± 3,4	16,6 ± 4,6	33	14,9 ± 4,3	15,8 ± 4,0	36
5/1—7/0	15,2 ± 4,1	15,8 ± 4,0	24	12,7 ± 4,1	15,4 ± 3,9	23

Tab. 6.18 Mittelwerte der Pfannendachwinkel verschiedener Alterstufen unter Angabe der einfachen Standardabweichung (aus Tönnis und Brunken, 1968)

Leider gibt es keine genauen Aufstellungen über die Veränderungenen des Pfannendachwinkels im Alter über 7 Jahre. **Lingg** und **Torklus** (1981) fanden in einem nicht selektionierten Kollektiv Werte von +9,31° bis -9,61°. Ein Ac-Winkel von über 10° wird von vielen Autoren als die Grenze zum Pathologischen erachtet.

Alter (Jahre/ Monate)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
0/3+ 0/4	25	<30	≥30-<35	≥35-<40	≥40
0/5 - 2/0	20	<25	≥25-<30	≥30-<35	≥35
2 - 3	18	<23	≥23-<28	≥28-<33	≥33
3 - 7	15	<20	≥20-<25	≥25-<30	≥30
7 - 14	10	<15	≥15-<20	≥20-<25	≥25

Tab. 6.19 Normalwerte und Abweichungen des Pfannendachwinkels nach den Vorschlägen der DGOT

c) Tiefe und Länge der Hüftpfanne

Neben Winkeln werden im Röntgenbild der Hüfte häufig auch die Länge und Tiefe der Pfanne gemessen. Da dies Werte sind, die in mm gemessen werden, sind sie stark von der Größe des Beckens abhängig. Alter und individuelle Unterschiede erschweren deshalb einen Vergleich der über einzelne Personen hinausgeht. Aus diesem Grund ist es sinvoll beide Meßgrößen nicht isoliert, sondern in ihrem Verhältnis zueinander zu betrachten. Einer der gebräuchlichsten Indices dazu ist von **Heyman** und **Herndon** (1950) vorgeschlagen worden. In ihm wird die Tiefe der Hüftpfanne durch ihre Länge dividiert, und das Ergebnis mit 100 multipliziert:

$$\text{Hüftpfannenindex} = \frac{\text{Tiefe der Hüftpfanne}}{\text{Länge der Hüftpfanne}} \cdot 100$$

Die Länge der Pfanne mißt man vom Pfannenerker bis zum unteren Pfannenrand. Da dieser aber häufig schwer abgrenzbar ist, kann man statt dessen auch vom Erker bis zur Köhler-Tränenfigur messen. Die Verringerung der Pfannenlänge, die

bei dieser Verfahrensweise auftritt ist unbedeutend, da dabei auch eine geringere Pfannentiefe gemessen wird, was sich im Index dann ausgleicht. Die Pfannentiefe wird von der Mittelsenkrechten der Pfannenlänge aus gemessen (Abb. 6.20).

Abb. 6.20 Die Ermittlung des Hüftpfannen-Index nach Heyman und Herndon, 1950

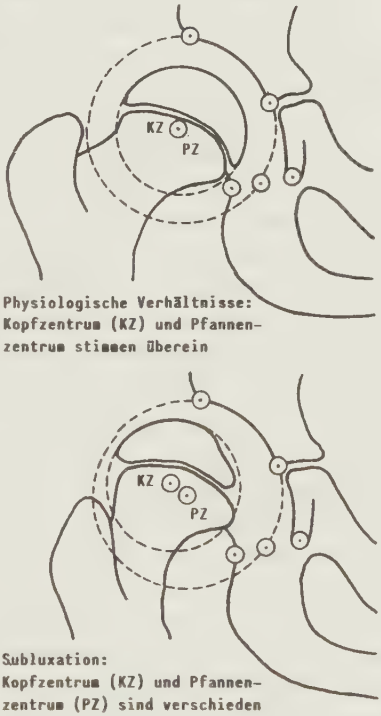
Da bei der Hüftluxation die Pfanne häufig ausgezogen und flach ist, ist der Hüftpfannenindex besonders gut zu Aussagen über deren Beschaffenheit geeignet. Die Normalwerte liegen für Neugeborene bei 41.6 (**Le Damany**, 1908), im Alter vom 8 Jahren bei 50 (**Pöschl**, 1971), und steigen beim Erwachsenen auf 60-70; d.h. die Pfanne wird im Verhältnis zu ihrer Länge immer tiefer.

6.4. Veränderungen in den Beziehungen zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne

a) Bestimmung des Pfannenzentrums

Wird die Hüftpfanne flacher, so verändert sich auch ihr Zentrum. Im gesunden Hüftgelenk stimmen Zentrum der Pfanne und Zentrum des Hüftkopfes überein. Die sich aus einer Abwei-

chung der Zentren ergebende Inkongruenz der Gelenkflachen führt zu einer lokal erhöhten Druckbelastung des Knorpels, und damit längerfristig zu seiner Schädigung. Um das Ausmaß der Verlagerung beider Zentren messen zu können, muß man zunächst den Mittelpunkt des Hüftkopfes bestimmen (Siehe Punkt 6.2.a). Zur Bestimmung des Pfannenzentrums gaben **Bardet** und **Perrot** (1934) drei Bezugsmarken an, durch die ein Kreis gelegt werden muß (Abb. 6.21). Als oberste Marke legten sie den höchsten Punkt des Pfannendaches fest. Die zweite Marke ist durch die tiefste, laterale Ecke des Os ilium in der Y-Fuge bestimmt. Sollte diese schon geschlossen sein, so kann man das Ende der sklerosierten Zone des Pfannendaches als Ersatz nehmen. Es handelt sich also um den gleichen Punkt, von dem aus auch der Acetabulumwinkel bestimmt wird. Die tiefste Marke liegt schließlich in der Mitte der Linie, die die untere Kontur der Köhler-Tränenfigur mit dem hinteren Pfannenrand am Os ischii verbindet. Durch messen der Abweichung von Kopf- zu Pfannenzentrum hat man sowohl ein Maß für den Schweregrad einer Luxation, als auch für eine bestehende Gelenksinkongruenz.



Physiologische Verhältnisse: Kopfzentrum (KZ) und Pfannenzentrum stimmen überein

Subluxation: Kopfzentrum (KZ) und Pfannenzentrum (PZ) sind verschieden

Abb. 6.21 Die Ermittlung von Kopf- und Pfannenzentrum nach Bardet und Perrot. Erläuterungen siehe Text.

b) Der Zentrum-Ecken-Winkel

Eine Meßgrösse, die sich nicht allein auf Kopf oder Pfanne bezieht, sondern beider Stellung zueinander bewertet, ist der Zentrum-Ecken-Winkel nach **Wiberg** (1939). Er ist ein Maß für die Überdachung des Hüftkopfes. Um ihn zu erhalten, fällt man auf eine vorher festgelegte Horizontale, wie z.B. die Hilgenreinersche Linie, ein Lot, das durch des Hüftkopfes geht. Eine zweite Gerade verbindet den Mittelpunkt des Kopfes mit der äußeren Pfannendachecke (Abb. 6.22). Je größer der Winkel ist, desto besser die Überdachung. Solange die Senkrechte durch das Kopfzentrum noch medial des Erkers liegt, wird der Winkel mit positivem Vorzeichen angegeben. Je ausgeprägter die Lateralisation ist, desto mehr entfernt sich die Senkrechte von der Medianen. Überschreitet sie den Erker nach lateral, gibt man den Winkel mit negativem Vorzeichen an. Die Normalwerte des CE-Winkels liegen mit 5-8 Jahren bei etwa 25°, mit 9-12 Jahren bei etwa 30°, und ab 13 Jahren bei ungefähr 35°; eine die pathologischen Winkel wertende Einteilung ist in Tabelle 6.23 zu finden.

Abb. 6.22 Der Zentrum-Ecken-Winkel nach Wiberg

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
≥ 0–< 8	25	≥20	≥15–<20	≥0–<15	<0
≥ 8–<18	32	≥25	≥20–<25	≥5–<20	<5
>18– 50	35	≥30	≥20–<30	≥5–<20	<5

Tab.6.23 Normalwerte und Abweichungen des Zentrum-Ecken-Winkels nach den Vorschlägen der DGOT

c) Einteilung der Luxationen

Die in den vorhergehenden Punkten aufgeführten Veränderungen der Hüfte sind beim Spastiker Folge der Unfähigkeit eine physiologische Belastung des Hüftgelenkes zu erreichen. Häufig sind diese erworbenen Veränderungen dann Wegbereiter für einen Austritt des Hüftkopfs aus der Pfanne. Dies wird durch die bei der Cerebralparese fast immer vorhandenen Beuge- und Adduktionskontrakturen begünstigt.

Eine weitere Komponente, die die Luxation begünstigt, ist die Insuffizienz der kleinen Glutealmuskulatur. Diese ist sowohl neurologisch durch ein Innervationsdefizit, als auch mechanisch durch einen ungünstigeren Verlauf der Zugrichtung zum Trochanter major aufgrund der Coxa valga zu erklären. Bestehen diese pathologischen Muskelzüge über längere Zeit, so flachen Hüftpfanne und Hüftkopf zunehmend ab. Der Muskulus iliopsoas fügt den adduzierend wirkenden Kräften noch einen nach oben gerichteten Zug hinzu, so daß der Hüftkopf die ohnehin schon dysplastische Pfanne entgültig verläßt. Dies ist auch der Grund, warum bei der cerebralparetisch bedingten Luxation meist eine Luxatio iliaca vorliegt.

Beim Spastiker überwiegen trotz der praktisch immer vorhandenen Kontrakturen bei weitem die Lateralisatios- und Subluxationsstellungen. Zu einer vollständigen Luxation kommt es nach **Göb** (1965) nur in ungefähr 5% der Fälle. Um die Luxation zu quantifizieren wurden verschiedene Verfahren angegeben. Im deutschsprachigen Raum herrschte lange die von **F. Lange** (1898) vorgeschlagene Einteilung vor, die drei Stadien der Luxation unterschied:

Grad 1: Luxatio praecotyloidea
Grad 2: Luxatio supracotyloidea et iliaca
Grad 3: Luxatio iliaca

Etwas vereinfacht entspricht diese Unterteilung einer vorderen-, einer seitlichen- und einer hinteren Luxation. Allen drei Formen ist dabei, wie schon erläutert, eine nach oben gerichtete Komponente gemeinsam. In der Praxis hat sich meist die Unterteilung in Dysplasie, Subluxation und Luxation durchgesetzt, deren Diagnose allein aus der Beckenübersichtsaufnahme gestellt werden kann.

Der Begriff der Dysplasie bezog sich dabei nach **Hilgenreiner** (1939) allein auf die Pfanne, so daß er zwischen einer Dysplasie mit Luxation, und einer Dysplasie ohne Luxation unterscheiden mußte. Die Subluxation war so definiert, daß der Hüftkopf die Pfanne noch nicht vollständig verlassen haben durfte. Da in der normalen Röntgenaufnahme aber nur knöcherne, nicht aber Weichteilstrukturen erfaßt werden können, waren diese Unterscheidungen häufig nicht eindeutig zu treffen. **Howorth** (1960) und **Dunn** (1969) haben aus diesem Grund arthrographisch eine sich aus drei Stadien zusammensetzende Einteilung der Luxationsformen geschaffen (Abb. 6.24).
Aus Tönnis (1984):

Grad 1: Instabiles, subluxierbares Gelenk, durch Kapselüberdehnung beim Neugeborenen. Nach Lateralisieren im Roser-Ortolani-Versuch gleitet der Hüftkopf wieder voll in die Pfanne zurück. Kongruenz noch verhanden, oder beginnende Entrundung. Limbusform nur wenig verändert, im Tastversuch läßt er sich aber dehnen und in den posterolateralen Bereich ausziehen, so daß das Acetabulum im Arthrogramm eine elliptische Form bekommt.

Grad 2: Subluxiertes Gelenk, Limbus und Pfannenrand sind verformt, ausgezogen oder rückgebildet. Der Kopf stemmt sich am Pfannenrand ab. Er tritt meist nicht mehr tief in die Pfanne, diese weist Entrundung auf. Der untere Limbus, das Ligamentum transversum und die Kapsel sind bereits nach kranial verzogen.

Grad 3: Volle Verrenkung, der Kopf steht außerhalb der Pfanne und hat den Limbus überschritten, zur Reposition gebracht oder ihn zur Pfanne zurückgedrängt.

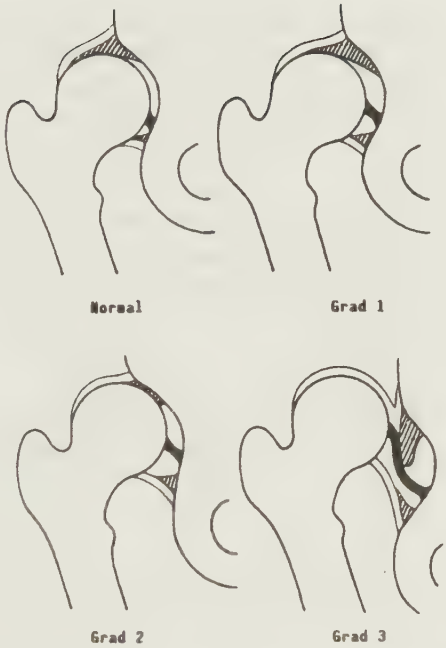


Abb. 6.24 Einteilungsgrade der angeborenen Hüftluxation nach Dunn. Erläuterung s. Text.

Diese Form der Einteilung ist sehr umfassend, hat aber den Nachteil, daß man den Grad 1 nur bis zum Alter von 2-3 Wochen anwenden kann, da das Roser-Ortolani-Zeichen dann nicht mehr auslösbar ist. Aus diesem Grund hat **Tönnis** (1984) vorgeschlagen, den Grad 1 nach Dunn noch um das Kriterium der Ossifizierungsstörung der Pfanne bei nicht mehr dehnbarer Kapsel zu erweitern. Aufgrund des großen Aufwandes der Arthrografie ist eine Einteilung der Luxationen nach Dunn insgesamt allerdings auf sehr spezielle Fragestellungen beschränkt.

Ein Verfahren, den Grad der Luxation allein aus der a.p.-Aufnahme des Beckens zu bestimmen ist von **Stotz** (1978) vorgeschlagen worden (Abb. 6.25). Es orientiert sich an der Pfannendachtangenten, der Hilgenreiner'schen und der Ombrédanne'schen Linie. Unterschieden wird zwischen Lateralisation, Subluxation, Luxation 1.Grades (Kopf steht in Höhe des Pfannendacherkers), und den Luxationen 2. und 3. Grades. Die-

ses Verfahren ist allerdings auf Kinder zugeschnitten, da es nach Schluß der Epiphysenfuge nicht mehr verwandt werden kann. Legt man aber eine Gerade durch die medialen Enden der Sklerosierungszonen der beiden Pfannendächer, so kann man sich damit einen Ersatz für die Hilgenreiner'sche Linie schaffen, und so die Einteilung von Stotz auch über den Schluß der Epiphysenfugen hinaus weiterverwenden. Dies ist möglich, da das mediale Ende der Sklerosierungszonen in der Regel die vor Schluß der Epiphysenfuge vorhandene untere, laterale Ecke des Os ilium markiert (**Müller**, 1955).

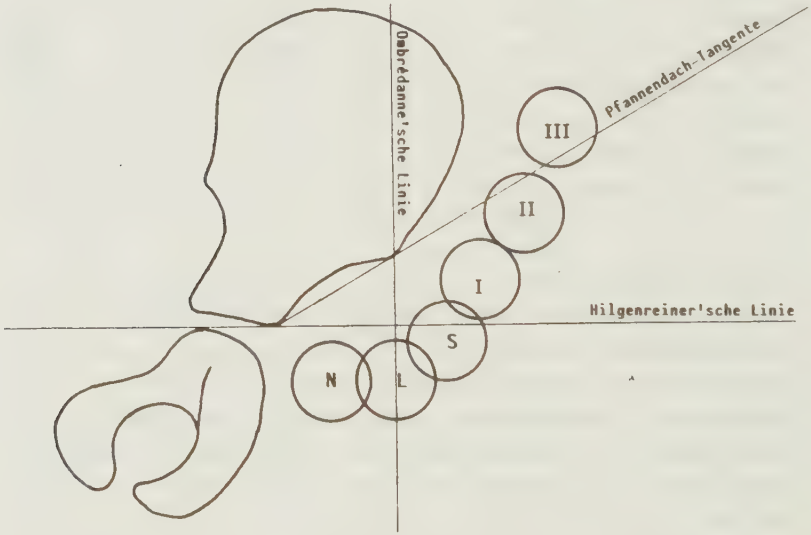


Abb. 6.25 Einteilung der Luxationsgrade nach Stotz (1978)

Speziell zur wissenschaftlichen Auswertung von Röntgenbildern haben **Tönnis et al.** (1978) ein Verfahren entworfen, das sich allein am Pfannenerker orientiert, und das vier Stadien unterscheidet (Abb.6.26):

Grad 1: Kopfkern innerhalb der durch den Pfannenerker gezogenen Senkrechten (Ombrédanne'sche Linie).

Grad 2: Kopfkern außerhalb der Senkrechten und unterhalb des Pfannenerkers.

Grad 3: Kopfkern auf Höhe des Pfannenerkers.

Grad 4: Kopfkern deutlich oberhalb des Pfannenerkers.

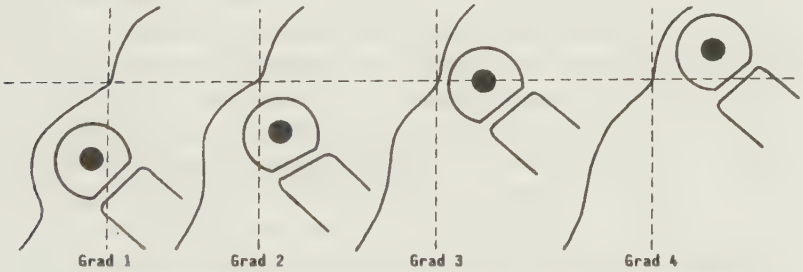


Abb.6.26 Einteilung der Luxationsgrade nach den Vorschlägen der DGOT

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß sich die Luxationen leicht einteilen lassen. Aus der Tatsache, daß sich die Orientierungsgeraden aber ausschließlich auf den Pfannenerker beziehen, resultiert häufig eine große Unsicherheit, da dieser gerade bei schwereren Formen der Luxation nicht mehr sicher abgrenzbar ist. Zudem ist in dieser Einteilung ein normales Hüftgelenk gar nicht vorgesehen. Gegen die Anwendung dieser Art der Einteilung in der Klinik spricht, daß ihr Grad 2 so weit gefaßt wurde, daß er den gesamten Bereich der Lateralisation, Subluxation und Luxation 1.Grades der Einteilung von Stotz umfaßt, und damit zuwenig differenzierte Aussagen liefert.

7. Die Therapie der infantilen Cerebralparese

7.1. Konservative Therapie

a) Krankengymastische Behandlungskonzepte

Noch vor allen anderen Schritten ist die Krankengymnastik die wichtigste Säule in der Therapie der Cerebralparese, und schafft häufig auch erst die Voraussetzungen für einen späteren operativen Erfolg. In der Therapie der infantilen Cerebralparese wurden dabei mehrere Konzepte entwickelt, die mit ihren neurophysiologischen Grundlagen speziell auf das pathologische Reflexgeschehen Einfluß nehmen. Die größte Verbreitung haben heute die um 1945 entwickelte Methode nach **Bobath** und das Vorgehen nach **Vojta** gefunden.
Bobath geht von der Voraussetzung aus, daß der abnorme Haltungstonus, die reziproke Innervation und pathologische Bewegungsmuster spinaler Ebene als Angriffspunkte der Therapie zu betrachten und zu korrigieren sind.
Das Vorgehen nach Vojta betrachtet die Bewegungsstörungen der cerebralen Parese als eine Folge des Defizites an normalen Bewegungsformen. Auf der Basis von Reflexen werden deshalb erwünschte Bewegungsabläufe eingeübt, und die unerwünschten überdeckt oder umgangen.

b) Orthopädische Hilfsmittel

Neben der Krankengymnastik haben in der Behandlung der infantilen Cerebralparese auch orthopädische Hilfsmittel einen weiten Anwendungsbereich. Dazu finden zur Korrektur der Innenrotationsstellung sogenannte "Becker-Geräte" Verwendung, die eine in Außenrotation wirkende Kraft ausüben. Bei schlaffen Paresen kommen Stützschienen zur Anwendung. Lagerungsschienen, die vorzugsweise nachts angelegt werden, senken den Tonus der spastischen Muskulatur auch über die ange-

legte Zeit hinaus (**Stotz**, 1973). Von besonderer Bedeutung ist auch das Schuhwerk, das durch Versteifungen im Knöchelbereich und durch anbringen unterschiedlicher Absätze den besonderen Erfordernissen angepaßt wird.

c) Medikamentöse Therapie

Nach **Krenkel und Böcheler** (1982) sind zur Milderung der spastischen Symtomatik muskelrelaxierende und dämpfende Medikamente wie Benzodiazepine (z.B. Valium^{R}), Meprobamate, Rauwolfia-Präparate oder Chlormezanon (z.B. Muskel-Trancopal^{R}) einsetzbar. Athetotische Formen der Cerebralparese kann mit Meprobamaten oder mit Barbituraten vorübergehende Besserung verschafft werden. Tremor und Rigor werden, wie der Morbus Parkinson, mit z.B. L-Dopamin angegangen.

Bei allen Formen der Cerebralparese ist es häufig notwendig die Kinder zusätzlich zu sedieren. was ähnlich der medikamentösen Therapie der Spastik durch Gabe von Benzodiazepinen und Meprobamaten erreicht werden kann. In schweren Fällen können auch Barbiturate oder Haloperidol erforderlich werden.

7.2 Chirurgische Eingriffe am Hüftgelenk bei der Cerebralparese.

Typische Veränderungen der unteren Extremität beim Spastiker sind die durch die Spasmen verursachten Kontrakturen der Adduktoren, der Hüftbeuger und der Innenrotatoren, sowie die daraus resultierende Subluxation oder Luxation des Hüftkopfes. Ziel einer chirurgischen Therapie ist es einen übermäßigen Muskelzug zu mindern, um das gestörte Gleichgewicht der Muskulatur annähernd wiederherzustellen.

Weiterhin werden die, durch ein schon länger bestehendes Ungleichgewicht der Muskulatur sekundär entstandenen knöchernen Veränderungen korrigiert, wenn sie nicht schon vor ihrer Entstehung durch muskuläre Eingriffe verhindert werden konnten. Pinzipiell teilen sich die operativen Eingriffe daher in die Bereiche der Operationen des Muskels, die der Nerven, und die des Knochens auf. Häufig werden knöchere Korrekturen und Operationen der Weichteile gemeinsam ausgeführt.

7.2.1 Neurochirurgische Operationen

Grundsätzlich ist die infantile Cerebralparese nicht durch therapeutische Maßnahmen zu heilen. Allerdings ist es unter Umständen auf neurochirurgischem Wege möglich die Symptome zun mildern. An erster Stelle steht heute dabei die Hemisphärektomie zur Beherrschung von therapieresistenten hirnorganischen Anfällen. Allerdings kann eine solche Operation nur dann in Betracht kommem, wenn bei einer Hemiplegie die Epilepsie bei streng einseitiger Hirnmißbildung vorliegt. Gleichzeitig muß eine ausreichende Intelligenz vorhanden ist. Eine nicht zu vermeidende Folge dieser Operation ist die homonyme Hemianopie. Nach den Erfahrungen von **Krenkel und Böcheler** (1982) wurden bei 80% der so behandelten Fälle Anfallsfreiheit erreicht; in 10% konnte eine Besserung des Leidens erzielt werden. Bei 50% aller operierten Patienten besserte sich nach diesem Eingriff auch die spastische Symptomatik.

Bei den selektiveren stereotaktischen Operationen werden bestimmte stimulierende oder inhibierende Nuclei durch Elektrokoagulation zerstört. Bei Tremor und Hyperkinesen werden dabei Kerne des Subthalamus angegangen, wodurch deren Einfluß auf den Motokortex verlorengeht. Ist das vorherrschende Symptom eine die Haltung oder die Bewegung beeinträchtigende Dystonie, so wird neben der lateralen Thalamotomie der me-

diale Pulvinar zerstört. Nach **Broggi** (1983) werden bei insgesamt guten Ergebnissen die besten Erfolge dieses Vorgehens bei Hemiparetikern erzielt.

7.2.2 Muskuläre Operationen.

a) Adduktorentenotomien.

Eine der mit am häufigsten durchgeführte Operation am cerebral geschädigten Kind ist die offene Durchtrennung der Adduktoren. Bei ihr werden die Mm. adductor longus und brevis, sowie der M. gracilis an ihrem Ursprung scharf durchtrennt. Gleichzeitig wird ein Teilstück des N. obturatorius entfernt. Eine nicht selten auftretende Komplikation der Tenotomie ist die erst postoperativ zutagetretende Überkorrektur. **Pollok** (1962) und **Chapchal** (1965) haben nachdrücklich auf diese Gefahr hingewiesen. Um ihr zu begegnen versucht man den M. adduktor magnus, sofern es das Ausmaß der Kontraktur zuläßt, unangetastet zu lassen, oder ihn wenigstens nicht ganz zu durchtrennen. **Baumann** (1970) stellte die Forderung auf, daß vor jedem derartigen Eingriff die Auswirkungen präoperativ durch Anästhesie des N. obturatorius zu prüfen seien.

Eine Variante dieser Operation stammt von **Mac Ewen** (1968). Bei ihr werden die Muskelansätze nicht durchtrennt, sondern nur die Fasern der Adduktoren gespreizt. Ein weiteres Verfahren die Kontrakturen der Hüfte zu verringern ist die subcutane Adduktorentenotomie. Dieser Eingriff hat den Vorteil kleiner als die anderen genannten Verfahren zu sein. Es wird dabei im Wesentlichen nur der M. gracilis durchtrennt. Die Vermeidung eines größernen Hautschnitts wird aber durch mangelnde Übersicht im Operationsgebiet erkauft.

Einen anderen Weg beschritt **Selig** (1934) indem er intrapelvin den N. obturatorius neurektomierte. Das Ausmaß der Adduktorenschwächung ist bei diesem Verfahren natürlich nicht steuerbar. Aus diesem Grund ist diese Operation nur bei schwersten Behinderungen zur Pflegeerleichterung indiziert, und wird auch von manchen Autoren ganz abgelehnt.

Stephanson und **Donovan** wandten 1969 beim cerebral geschädigten Kind erstmals eine Technik an, bei der die Adduktoren nicht einfach durchtrennt, sondern nach der Durchtrennung auf das Os ischii verlagert werden. Dabei konnte neben der Entspannung der Muskulatur auch eine leichte Verbesserung der praktisch immer insuffizienten Extension erreicht werden.

Eine Entspannung der Adduktoren wird häufig vor, oder auch zusammen mit knöcheren Operationen durchgeführt, da Adduktorenkontrakturen ein Repositionshindernis darstellen können, und ein gutes knöchernes Ergebnis wieder in Frage stellen. Mit Ausnahme der Selig'schen Operation erfordern alle angegebenen Verfahrensweisen einen Beckenspreizgips für 4-6 Wochen um Rezidive zu vermeiden.

b) Operative Korrektur der Hüftbeuger.

Zur Gruppe der Hüftbeuger zählen der M. rectus femoris, der M. iliopsoas und der M. tensor fasciae latae, sowie in geringerem Umfang die Mm. sartorius und pectineus. Auch ventrale Anteile der kleinen Glutaealmuskulatur sind beim Gesunden an der Beugung mitbeteiligt; im Gegensatz zu den vorher genannten Muskeln sind diese beim Cerebralparetiker allerdings nicht spastisch, sondern eher hypoton, so daß hier eine Entspannung nicht wünschenswert ist. Die restliche Hüftbeugermuskulatur ist beim Spastiker Ursache für die häufig anzutreffenden Hüftbeugekontrakturen. Diese Kontrakturen

verursachen eine Hyperlordosierung, wodurch der Körperschwerpunkt beim Stehen nach vorne verlagert wird. Dadurch wird ein eigenständiges Gehen auch bei vorhandenen motorischen Voraussetzungen sehr erschwert. Eine Indikation zur Operation besteht nach **Baumann** (1970) dann, wenn nach sechsmonatiger intensiver Krankengymanastik immer noch Kontrakturen von 20-30° bestehen.

Ein verhältnismäßig kleinerer Eingriff zur Besserung einer Hüftbeugekontraktur ist die Verlagerung der M. tensor fasciae latae nach distal. Diese zuerst von **F. Lange** angegebene, und später von anderen Autoren erweiterte Operation (**Soutter** 1914, **Campbell** 1949) ist besonders für Kinder geeignet, da dieser Muskel bei ihnen eine besonders große Rolle bei der Entstehung der Hüftbeugekontraktur spielt. Nach **Bernbeck und Dahmen** (1976) ist dieser Eingriff indiziert, wenn bei passiver Prüfung ein Streckdefizit von mehr als 30° besteht. Ist eine Kontraktur durch einen solchen Eingriff nicht zu beseitigen, so besteht die Möglichhkeit den M. femoris und den M. iliopsoas zu verlängern, und gleichzeitig den M. sartorius nach distal zu verlagern. Solch ein Verfahren wurde 1966 von **Anthonsen** angegeben (Abb. 7.1). Dieses Vorgehen ist allerdings sehr aufwendig.

Weiterhin besteht auch die Möglichkeit einfach die Sehne des M. iliopsoas zu durchtrennen. **Keats und Morgese** (1967) erhielten die besten Ergebnisse, wenn diese Operation zwischen dem 8. und 11. Lebensjahr ausgeführt wurde. **Bleck** (1971) warnte allerdings vor einer zu freizügigen Anwendung dieser Technik, nachdem er die Beobachtung gemacht hatte, daß sich das Gangbild im Vergleich zum präoperativen Zustand häufig verschlechterte, da die Patienten Schwierigkeiten hatten das Schwungbein nach vorne zu bringen.

Abb. 7.1 Verlängerung der Hüftbeuger nach Anthonsen (aus Baumann, 1970)

a) Hautschnitt vom der Spina iliaca anterior superior, dem M.sartorius folgend.
b) M. sartorius von Spina iliaca anterior superior gelöst, M. rectus femoris wird U-förmig durchtrennt.
c) Unter dem M. rectus erscheinen M. iliopsoas und N. femoralis.
d) Zwischen den Ästen des N. femoralis hindurch werden die distalen Muskelfasern des M. iliacus reseziert und die Iliopsoassehne Z-förmig verlagert.
e) Verlängerungsplastik des M. rectus femoris.
f) Befestigung des Ursprungs von M. sartorius an Spina iliaca anterior inferior.

Ein sehr weitgehendes Verfahren bei Kontrakturen der Hüfte von über 30-40° hat Thom (1982) angegeben. Es geht auch über die sonst auch noch geübte Ablösung der Spinamuskulatur hinaus: Nach Einkerben der lateralen Bauchfascie werden der M. sartorius und der M. rectus femoris vollständig abgelöst. Sodann werden das vordere Drittel der M. glutaeus medius und das ventrale Drittel des M. tensor fasciae latae tenotomiert. Anschließend wird der M. iliopsoas von lateral her so lange myotomiert, bis die Kontraktur vollständig beseitigt ist (Abb. 7.2).

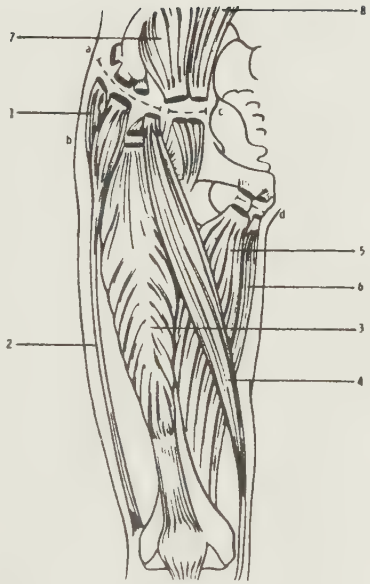


Abb. 7.2 Operationsschema der "erweiterten Spinamuskelablösung" nach Thom zu Therapie der Hüftbeuge-Anspreiz-Innenrotations-Kontraktur.
a) Myotomie der an der Spina iliaca a. s. entspringenden, im Hüftgelenk beugenden Muskulatur: ventraler Anteil des Glutäus medius (1), ventraler Anteil des Tensor fasciae latae und des Sartorius (2 und 4).
b) Tenotomie des Rectus femoris (3).
c) Partielle Myotomie des Iliopsoas (7, 8)
d) Tenotomie der Adduktoren, insbesondere des Adductor longus und magnus, sowie des M. gracilis (5 und 6)

c) Die blutige Reposition

Im Anschluß an die Beseitigung der Adduktions- und Hüftbeugekontrakturen kann man darangehen den luxierten Hüftkopf zu reponieren. Häufig wird dies nicht ohne Eröffnung des Hüftgelenks möglich sein, da eine sogenannte unblutige Reposition nur bis zum zweiten Lebensjahr Erfolg verspricht. Auch ist es sinnlos, den Hüftkopf vor Beseitigung der Kontrakturen in seine ursprüngliche Stellung zurückzuführen, da er nicht dauerhaft in der Pfanne verbliebe. Die Reposition wird häufig mit Umstellungsosteotomien oder pfannendachverbessernden Eingriffen zusammen ausgeführt, wobei zuerst die Coxa valga et antetorta ausge-

glichen wird, und dann die Reposition erfolgt. **Göb** (1965) beschreibt die blutige Reposition folgendermaßen:

"Bei der Operation selbst bevorzugen wir wegen der guten Übersichtlichkeit über die hinteren Pfannenabteile den Lexer-Murphy-Schnitt und trennen den Trochanter major ab. Von oben her wird die Gelenkkapsel türflügelförmig unter Berücksichtigung der Kapselgefässe eingeschnitten, um sich über die Stellung des Hüftkopfes zu vergewissern. Ist der Hüftkopf gut übersichtlich dargestellt, wird zunächst das stark verdickte und den Hüftkopf deformierende Ligamentum teres abgeschnitten. Der Hüftkopf kann nun beiseite gedrängt und eine Übersicht über die Pfanne gewonnen werden. Meist ist in der Pfanne der Pulvinar stark vergrößert. Er muß vollkommen entfernt werden. Oft ist die Pfanne genügend tief, bei etwas flacher Pfanne kann durch vorsichtige Aushöhlung des Pfannnenbodens mit dem scharfen Löffel dem Hüftkopf ein besserer Halt verschafft werden. ... Die jetzt zu weit gewordene und schlaffe Kapsel kann durch Ausschneiden eines Stückes von dem türflügelförmigen Kapsellappen gestrafft und die Kapsel geschlossen und der Tochanter wieder befestigt werden."

d) Operative Methoden zu Verbesserung der Beweglichkeit

Neben den bisher aufgeführten Techniken, die im wesentlichen daraufhin ausgerichtet waren kontrakte Muskeln zu verlängern, wurden auch Verfahren entwickelt, die nicht nur die passive Beweglichkeit im Hüftgelenk günstig beeinflussen, sondern die auch die aktiven Bewegungsmöglichkeiten verbessern. Eine dieser Operationen ist die Verlagerung des M. tensor fasciae latae nach dorsal und distal auf die Aponeurose des M. glutaeus medius (**Legg**, 1933). Dadurch kann eine eventuell vorhandene leichte Hüftbeugekontraktur ausgeglichen, und gleichzeitig die Abduktion des Beines verbessert

Abb. 7.3 Ursprungsverlagerung des M. tensor fasciae latae nach dorsal

werden. Zusätzlich wird auch noch eine leichte Außenrotationskomponente erreicht (Abb. 7.3). Die typischen Fehlstellungen des Cerebralparetikers mit Innenrotations- und Hüftbeugekontraktur, sowie einer Schwäche der abduzierenden Muskulatur werden dadurch verbessert. Mit dem gleichen Ziel hat **M. Lange** (1968) vorgeschlagen, die vorderen Anteile des Ursprungs des M. glutaeus medius längs der Crista iliaca nach dorsal zu verlegen.

Im Jahr 1968 entwickelte **Göb** ein Verfahren, das darauf abzielt die starke Wirkung des M. iliopsoas als Innenrotator, die , wie seine Untersuchungen zeigten, bei der Valgus- und Antetorsionsstellung der Hüfte besonderes Bedeutung erhält, auszugleichen. Dazu werden der M. rectus femoris von der Spina iliaca anterior inferior, und der M. iliopsoas vom Trochanter minor abgelöst, und beide Muskeln miteinander vernäht. Dieses Vorgehen bietet den großen Vorteil sowohl Beuge-, als auch Innenrotationskontrakturen günstig zu beeinflussen, ohne auf die flektierende Wirkung der beteiligten Muskeln ganz verzichten zu müssen.

Sowohl eine Entspannung der Adduktoren, als auch eine Stärkung der Abduktoren erreicht man durch das Vorgehen nach **Mustard** (1952). Dazu wird der M. iliopsoas vom Trochanter minor abgemeißelt, und in einer neu geschaffenen Nische in der Ala ossis ilii, gescheidet durch den M. glutaeus medius, zur Außenseite des Femurs verlagert (Abb. 7.4). Man spricht dabei von der "Vorderen Iliopsoastransposition" im Gegensatz zur "Hinteren Iliopsoastransposition" beim Vorgehen nach

Sharrard (1964), bei dem neben der Abduktion auch noch eine kräftigere Außenrotation und Streckung im Hüftgelenk erreicht werden soll (Abb. 7.5). Auch bei dieser Operation wird der M. iliopsoas vom Trochanter minor abgemeißelt. Weiterhin wird der M. iliacus extraperiostal von der Darmbeinschaufel abgelöst. Dicht neben dem Sakroiliacal-Gelenk wird ein Loch in das Os ilium geschlagen, durch das nun die Sehne des M. iliopsoas und der M. iliacus durchgeführt werden. Die Sehne des M. iliopsoas wird in einem am hinteren äußeren Umfang des Trochanter majors zu bohrenden Kanales verankert. Der M. iliacus wird an der Außenseite der Darmbeinschaufel verankert.

Abb. 7.4 Iliopsoasverlagerung auf den Trochanter major nach Mustard

7.2.3 Knöcherne Operationen

Die Valgus- und Antetorsionsstellung des Schenkelhalses, sowie die Dysplasie der Hüftpfannne sind beim spastisch gelähmten Kind fast regelmäßig anzutreffende Veränderungen. Aus diesem Grund sind Osteotomien zur Beseitigung dieser Fehlstellungen häufig indiziert. Durch die Wiederherstellung weitgehend normaler Verhältnisse am proximalen Femurende wird in der Folge dann auch die Bildung der Hüftpfanne günstig beeinflußt. Bevor man aber mit solchen Eingriffen beginnen kann, müssen zunächst übermäßige Kontrakturen der Muskeln im Bereich der Hüfte beseitigt werden, da diese die korrigierten Stellungen der Knochen wieder in ihre ursprüngliche Form zurückdrängen würden. Zu diesen häufig vorberei-

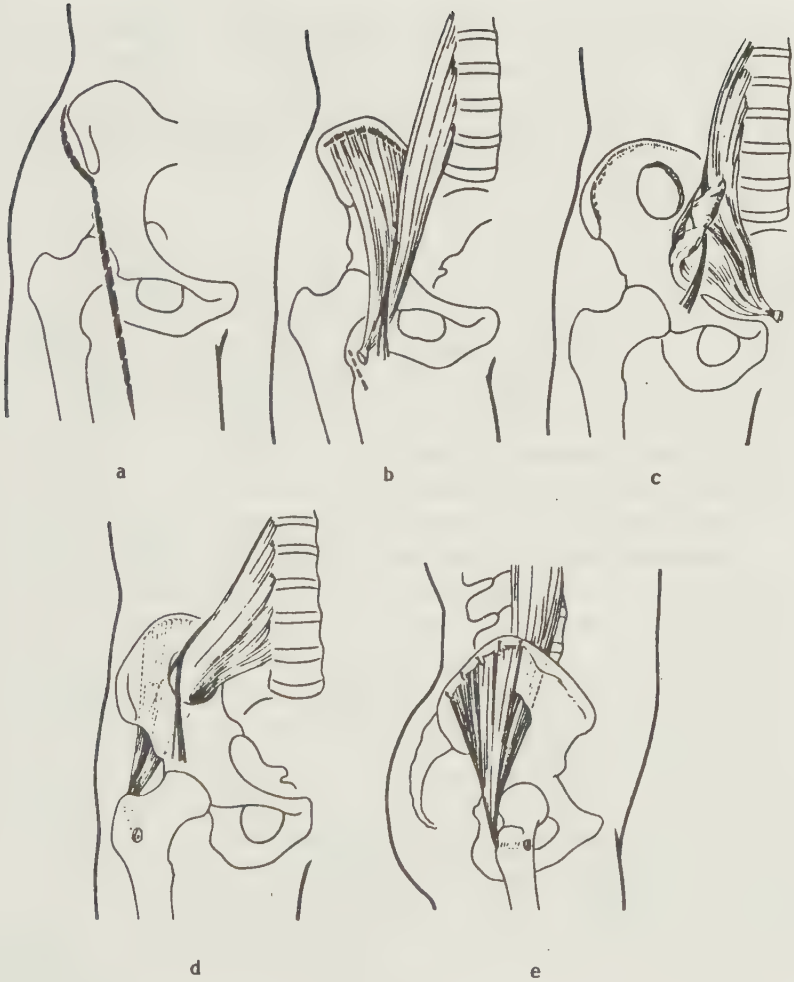


Abb. 7.5 Iliopsoasverlagerung durch das Os ileum nach Sharrard

a) Hautschnitt entlang den vorderen 2/3 der Christa iliaca, dem M. sartorius zur Oberschenkelmitte folgend.
b) Iliopsoassehne vom Femur abgelöst.
c) Man meißelt ein Loch durch die Iliumschaufel.
d) Die Iliopsoassehne und der M. iliacus mit ihrem neurovaskulären Stiel werden durch das Foramen geleitet. Die Iliopsoassehne wird auf den hinteren Umfang des Trochanter major verpflanzt.
e) Der Ursprung des M. iliacus wird entlang der Crista iliaca angeheftet.

tend zu knöchernen Operationen ausgeführten Eingriffen zählen im Hüftbereich besonders die Adduktorentenotomie und die Beseitigung der Hüftbeugekontrakturen. Da es aber das eigentliche Ziel der Osteotomien ist, ein eigenständiges Gehen zu ermöglichen, müssen auch die Kontrakturen der Gelenke distal des Hüftgelenks beseitigt werden, da sonst ein eigenständiges Gehen auch bei idealer Stellung der Osteotomie nicht zu erwarten wäre. Sehr häufige Operationen in diesem Bereich sind die Verlängerung der Kniebeuger und die Achillotenotomie. Bevor man aber einem Kind diese Vielzahl von Eingriffen zumutet, muß man sich die Frage beantwortet haben, ob auch bei optimalem operativen Ergebnis wirklich eine Besserung der Symptome der Krankheit zu erhoffen ist, da die motorische Entwicklung beim Cerebralparetiker oft das eigentliche Hindernis darstellt. In der Orthopädischen Poliklinik München wird deshalb der Grundsatz vertreten, daß Osteotomien der Hüfte erst ins Auge gefaßt werden, wenn ein Kind wenigstens frei sitzen kann. Es gibt allerdings Autoren, die auch aus rein palliativen Gesichtspunkten heraus Osteotomien durchführen, um Schmerzlinderung und Pflegeerleichterung zu erreichen (**Mann, Hippe** 1982).

7.2.3.1 Operationen am distalen Femurende

a) Die Derotations-Varisierungs-Osteotomie

Eine der mit am häufigsten durchgeführte Operation bei der Cerebralparese ist die Korrektur der meist kombinierten Valgus- und Antetorsionsfehlstellung des Schenkelhalses nach **Bernbeck** (1950). Durch dieses Vorgehen wird der Hüftkopf besser in der Pfanne zentriert, und die Einwärtsdrehung der Füße beseitigt. Daß gleichzeitig auf der operierten Seite eine Beinverkürzung auftritt, hat den Nebeneffekt, daß auch die Adduktorenmuskulatur entspannt wird (Abb. 7.6). Eine Indikation zu diesem Eingriff besteht nach **Baumann** (1970)

dann, wenn starke Valgität und Antetorsion mit mangelnder Überdachung des Femurkopfes, oder auch mit einer Abrundung des Pfannenerkers einhergehen. Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation beträgt um 4 Jahre. Das operative Vorgehen unterscheidet zwischen Kindern die jünger, und Kinder die älter als 5 Jahre sind. Im ersten Fall werden zur Verbindung der Osteotomiefragmente Schanzschrauben verwandt, im zweiten Fall dagegen eine AO-Hüftplatte. Allerdings wird die von Bernbeck ursprünglich angegebene Methode nur noch selten ausgeführt, sondern meist nach den Vorschlägen von **Müller** (1957) abgeändert. Bei Kinder unter 5 Jahren kommt das folgende Vorgehen zum Einsatz. Zitiert nach: " Die hüftnahen Femurosteotomien", (Müller, 1957):

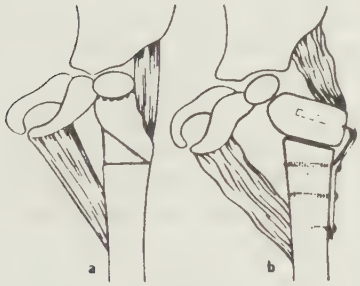


Abb.7.6 Veränderung der Muskelspannung nach Derotations-Varisierungs-Osteotomie.
a) präoperativ b) postoperativ

"Bei Innenrotation des Beines 5-7 cm langer gerader Schnitt von der Trochanter-major-Spitze nach distal, nicht über dem Schaft, sondern etwas ventral davon. Fascienöffnung parallel zum Hautschnitt. Eingehen auf Femurschaft der Fascie entlang, hinter dem Rand des M. vastus fibularis. Quere Durchtrennung des proximalen Ansatzes des M. vastus fibularis (M. vastus lateralis), unmittelbar distal vom Tuberculum innominatum.

Zur übersichtlichen Darstellung der Intertrochantergegend werden drei Hohmann-Hebel eingesetzt. Der mediale liegt unmittelbar neben dem Kalkar (Die Kapsel wird dabei unmittelbar kranial vom Trochanter minor mit dem Rasparatorium eröffnet). Die Spitze des kranialen Hebels wird über den Schenkelhals, unmittelbar medial vom Trochanter-major-Massiv, im

Schenkelhals eingehakt (Achtung auf kopfernährende Gefässe!), und der dorsale Hebel umfährt die dorsale Seite des Femurschafts zwischen den beiden Trochanteren. Mit einem feinen Rasparatorium ertastet man sich den Verlauf des Schenkelhalsspornes und die Richtung des Schenkelhalses.

Parallel zu Schenkelhals wird vorerst ein richtungsgebender Kirschner-Draht über den ventrokaudalen Halsbereich gelegt und seine Spitze in der Kopfkalotte fixiert. Unmittelbar distal von der Epiphyse des Trochanter major, die man mit einer feinen Nadel oder Kirschner-Draht bestimmt, wird der 4mm dicke Steinmann-Nagel möglichst in die Mitte des Schenkelhalses, parallel zum Kirschner-Draht, eingedreht. Wenn eine Varisation von 20° vorgesehen ist, bildet er in der Frontalebene mit dem Schaft einen Winkel von 65°, d.h. 5° mehr als vorgesehen, da durch die Unterdrucksetzung mit einem Verlust von etwa 5° gerechnet werden muß. Dabei kommt ein entsprechendes Meßdreieck zur Anwendung.

Die Achse des Kniegelenkes wird durch Flexion und Extension des Knies kontrolliert. Parallel dazu und 2 cm distal vom ersten Steinmann-Nagel, also möglichst senkrecht zum Schaft, wird vorerst nur die äußere Kortikalis des Schenkelhalses mit einem 3,2-mm-Bohrer aufgebohrt. Kontrolle der damit korrigierten Antetorsion und Valgisation mit Hilfe der Meßdreiecke. Erst wenn die zwischen den Nägeln gemessenen Winkel den erwünschten Korrekturen der Antetorsion und des Schenkelhalsneigungswinkels entsprechen, wird die mediale Kortikalis durchbohrt. Der Bohrer wird nun durch den zweiten Steinmann-Nagel ersetzt.

Anlegung einer leicht schrägen Osteotomie mit einem Klingenmeißel oder noch besser mit dem kleinen Blatt der Oszillationssäge 8-10 mm distal vom kranialen Steinmamm-Nagel (gleichzeitig Abkühlung mit physiologischer Ringerlösung).

Beide Knochenflächen werden mit einem Meißel weit auseinandergedrängt. Mit der Knochenschere oder mit der Oszillationssäge Entfernung eines kleinen medialen Knochenkeiles. (Der dicke Periostmantel muß dorsal und besonders medial mit feiner Schere durchtrennt weden, sonst sperrt er so sehr, daß ausgedehnte Korrekturen nicht möglich sind.)

Kippung und Drehung des proximalen Fragmentes, bis beide Steinmann-Nägel genau parallel sind.

1-2 cm dorsal vom Hautschnitt Anlegung von zwei Stichinzisionen durch Haut und Fascie zur Einführung der Schanz-Schrauben auf Höhe der Steinmann-Nägel mit einem schmalen, spitzigen Skalpell. Distanz zwischen den Stichinzisionen etwa 2 cm. Ersetzen der Steinmann-Nägel durch zwei Schanz-Schrauben : Vor dem Herausdrehen des kranialen Nagels muß das Hals-Kopf-Fragment mit einer spitzen Zange oder einer Tuchklemme festgehalten werden. Nur wenn das proximale Fragment sicher fixiert ist, kann die proximale Schanz-Schraube ohne Gefahr parallel zum distalen Nagel eingedreht werden. Ersetzen des zweiten Steinmann-Nagels. Kontrolle der Medialverschiebung von 1 cm. Anbringen der beiden Spanner. Der mediale Spanner soll wenn möglich eine offene Backe besitzen. Versetzung der Osteotomie unter Druck durch Aufdrehen der Spannschraube am äußeren Spanner, dann durch Drehen der Spannschraube am inneren Spanner. Die Osteotomieflächen müssen fest ineinander gestaucht sein und dürfen, wenn die Schanz-Schrauben in der richtigen Ebene liegen, keine Kippungstendenz aufweisen. Nähen des Ansatzes des M. vastus fibularis und der Fascie mit Chromcatgut, der Haut mit feinem Dermalon (Donatinähte).

Postoperativ: Röntgenkontrolle in zwei Ebenen (Standard- und Antetorsionsaufnahme). Geringe Korrekturen sind, wenn erforderlich, nach dem Öffnen der Spanner immer noch möglich. Becken-Fuß-Gipsverband, wobei die herausragenden Schrauben-

enden und Spanner mit einere U-förmig gebogenen Kramer-Schiene geschützt werden müssen, damit sie nirgends mit dem Gipsverband in Berührung kommen können. Entfernung der Schrauben nach 4-5 Wochen, des Gipses nach 7 Wochen. Röntgenkontrolle. Aufstehen zwei Wochen später."

Für Kinder ab 5 Jahren bis hin zum Adoeszentenalter wird anstatt der eben beschriebenen Methode folgende Technik angewandt (auch nach Müller, 1957):

"Schnittführung und Darstellung der Intertrochantergegend wie für intertrochantere Osteotomie mit Spanner, außer daß der Schnitt nicht vier bis fünf Zentimeter mißt, sondern etwa zehn bis zwölf.

Anlegen des ersten Kirschner-Drahtes über dem Schenkelhals. Einsetzen des zweiten richtungsgebenden Kirschner-Drahtes durch den Trochanter major. In der Saggitalebene ist seine Richtung durch die Schenkelhalsachse (Kirschner-Draht über kaudoventraler Halsfläche) gegeben. In der Frontalebene beträgt die Korrektur 10° mehr als die erforderliche, weil sich der Winkel der 90°-Platte unter Spannung um 10° öffnet; bei einer vorgesehenen Korrektur von 20° z.B. mißt der Winkel zwischen Schaft und Kirschner-Draht somit 60°.

Einschlagen des Plattensitzinstrumentes für Kinder mit dem Zielgerät parallel zum Kirschner-Draht, unmittelbar kaudal der Epiphysenfuge. Eindrehen (event. mit Motor Bohren eines 2-mm-Loches) von zwei kurzen Kirschner-Drähten, die miteinander einen Winkel bilden, welcher der durchzuführenden Derotation entspricht, beidseits der vorgesehenen Osteotomiestelle möglichst ventral.

Herausmeißeln eines medialen Knochenkeiles mit einer Basis von etwa 20° und Beendigung der Osteotomie mit einem Klingenmeißel unter dem Schutz von zwei Hohmann-Hebeln. Eröffnung des Periostmantels rings um die Osteotomie.

Kippung des proximalen Fragmentes. Korrektur der Antetorsion durch Drehung des Schaftes nach außen, bis beide Kirschner-Drähte parallel liegen.

Herausschlagen des Plattensitzinstrumentes und Einschlagen der Platte in die vorbereitete Nute, wobei der proximale Kirschner-Draht die Richtung des Kanals angibt. Anlegen eines Spannloches 2 cm distal von der Platte entfernt, nahezu parallel zur Kniegelenksachse. Unterdrucksetzen der Fragmente mit dem Spanner. Kontrolle der Rotation sowohl klinisch (Außendrehung soll gegenüber Innendrehung deutlich vermehrt sein), als auch durch Messung mit den Meßdreiecken des Winkels zwischen den Kirschner-Drähten. Eventuell Röntgenkontrolle (Standard- und Antetorsionsaufnahme)

Verschraubung der Platte am Schaft. Entfernung des Druckapparates und der drei Kirschner-Drähte. Wundverschluß.
Postoperativ: Lagerung in Innenrotation mit Gipsstiefel und Querstab bis zur Wundheilung. Aufstehen bei einseitigem Vorgehen nach zwei Wochen, bei doppelseitigem Vorgehen erst nach sechs bis acht Wochen, je nach Alter."

b) Die Adduktionsosteotomie

Liegt eine Valgusstellung des Schenkelhalses bei geringer Antetorsion vor, so kommt als Operation die Adduktionsosteotomie nach **Pauwels (1950)** in Betracht. Bei iht wird ein medialer Keil entnommen. Dazu werden zunächst Markierungsnägel parallel der zuvor auf dem Röntgenbild ermittelten Osteotomiefläche eingeschlagen (Abb. 7.7), womit der Winkel, den

beide Drähte miteinander bilden, gleich dem gewünschten Ausmaß der Varisierung ist. Mit einer Preßluftsäge oder mit einem Meißel osteotomiert man sodann zuerst parallel dem kranialen, und darauf parallel dem distalen Nagel, wodurch man einen Keil erhält, dessen Basis im Adam'schen Bogen liegt. Das distale Ende wird so weit medialisiert, daß der ursprüngliche Abstand vom Kopfzentrum zur Schenkelhalsachse wieder erreicht wird. Die beiden Fragmente werden mit einer Winkelplatte verschraubt, die in den Schenkelhals eingeschlagen wird. Man kann beide Teilstücke aber auch mit Kirschner-Drähten und Zuggurtung miteinander verbinden. Postoperativ wird eine Gipsfixation von etwa 6 Wochen verordnet. Durch dieses Verfahren wird der Hüftkopf besser in die Pfanne eingestellt, und die Druckbelastung des Knorpels damit gleichmäßiger verteilt. Allerdings kommt es zwangsläufig zu einer Beinverkürzung der osteotomierten Seite, die unbehandelt auf der Gegenseite bei Valgusstellung eine Subluxation herbeiführen wird. Aus diesem Grund wird man nach Belastungsfähigkeit der operierten Seite auch auf der bisher nicht operierten Seite den gleichen Eingriff vornehmen. Besteht auf der Gegenseite keine Steilstellung des Schenkelhalses, so kann eine reine Verkürzungsosteotomie vorgenommen werden.

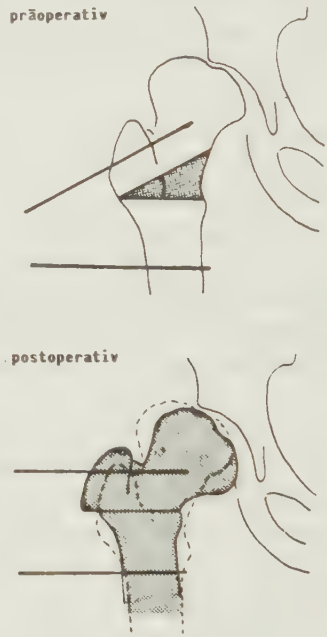


Abb. 7.7 Technik der Varisierungsosteotomie nach Pauwels (1950)

c) Die Abstützungsosteotomie

Nach Meinung vieler Autoren ist die Abstützungsosteotomie (ASO) bei der veralteten schmerzhaften Hüftluxation in der Adoleszenz indiziert. Untersuchungen von **Echtler** (1980) zeigten aber, daß die ASO darüberhinaus auch schon im Kindesalter gute Ergebnisse erbringt, und so gleichberechtigt neben den anderen möglichen Verfahren zur Therapie der Hüftluxation stehen darf. Das Prinzip der Operation ist seit **Gant** (1872) bekannt. Heute sind noch zwei Varianten der ASO in Gebrauch. Bei der Methode nach **Schanz** (1921) wird am Femurschaft ein Keil mit lateraler Basis entnommen, so daß der Knickpunkt der Osteotomie in Höhe des unteren Beckenrandes zu liegen kommt (Abb. 7.8). Man spricht dabei von der tiefen subtrochanteren Osteotomie. Der Hüftkopf bleibt in Luxationsstellung, an seiner Stelle tritt aber der Trochanter minor in die Hüftpfanne ein. Eine weitere Stabilisierung wird durch die breite Abstützung des proximalen Femurfragmentes erreicht. Zusaätzlich wird durch das Kippen des Trochanter majors die pelvitrochantere Muskulatur gespannt. Trotz Verzicht auf die Wiederherstellung normaler anatomischer

Abb. 7.8 Die tiefe Abstützungsosteotomie nach Schanz (1921)

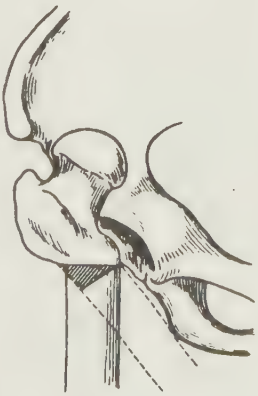


Abb. 7.9 Die subtrochantere Abstützungsosteotomie nach Lange (1962)

Verhältnisse macht sich dieses Vorgehen nicht nur beim Spastiker durch eine deutliche Besserung des typischen Trendelenburg-Hinkens bezahlt.

Bei der einfachen subtrochanteren Osteotomie (Abb. 7.9), wie sie 1962 von **Lange** beschrieben worden ist, wird der Femurschaft knapp unterhalb der Trochanter minors durchgemeißelt. Auch hier kommt es zu einer Spannung der Glutaealmuskulatur, und der Trochanter minor kommt an Stelle des luxierten Hüftkopfes in der Pfanne zu liegen. Dabei paßt er sich in der Form der Hüftpfanne so gut an, daß ein funktionierendes Ersatzgelenk entsteht (**Göb**, 1965).

7.2.3.2 Das Pfannendach verbessernde Eingriffe

Die Hüftpfanne des Cerebralparetikers ist infolge der Fehlbelastung des übermäßigen Zuges der spastischen Muskulatur und den daraus resultierenden formativen Mängeln selten normal ausgeprägt. Meist ist sie zu flach und zu steil um dem Hüftkopf einen sicheren Halt bieten zu können. Ist eine Luxation schon erfolt, so entsteht eine sekundäre Ersatzpfanne, die allerdings auch kein ausreichendes Gegenlager zur Aufnahme normaler Belastungen darstellen kann. Aus diesem Grund ist es häufig erforderlich, eine Reposition oder eine Varisierung durch eine Verbesserung der Deckungsverhältnisse zu ergänzen. Dazu stehen mehrere grundsätzlich unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, die sich grob in Pfannendachplastiken und in Beckenosteotomien aufteilen lassen.

a) Pfannendachplastiken nach Spitzy, Lance und Schede

Nachdem sich ab 1838, beginnend mit **Guérin**, viele Autoren um Methoden bemüht hatten dem luxierten Hüftkopf einen festen Widerhalt zu geben, war das Verfahren nach **Spitzy** (1923) das erste, das sich weiter verbreiten konnte. Er entnahm der Tibia ein bis zwei Späne, die dann nebeneinander im Pfannendach, oberhalb der Gelenkkapsel eingesetzt wurden. Das Periost des Knochenspans wurde mit der Gelenkkapsel vernäht, um einen kuppelförmigen Umbau des Spans günstig zu beeinflussen. Das geschah unter Extension, um die Knochenspäne nicht durch den Druck des Femurkopfes zu gefährden. Dieser wird dann nicht von hyalinem Knorpel bedeckt, sondern nur durch die Hüftkapsel von den Implantaten getrennt. Diese Methode ist seither vielfach variiert worden, mittlerweile aber in den Hintergrund getreten.

Um eine knorpelige Abdeckung des Hüftkopfes zu erhalten, implantierte **Lance** (1925) Knochentransplantate aus dem Darmbein in das Dach des Pfannenerkers. Diese dienen aber im Gegensatz zum Vorgehen nach Spitzy nicht direkt zur Abstützung des Kopfes, sondern drücken den lateralen Pfannenrand tiefer, wodurch dieser sich dem Hüftkopf besser anpassen kann (Abb. 7.10). Diese Operation ist aber nur im Kindesalter durchführbar, da das Pfannendach später zu spröde ist um sich noch verformen zu lassen.

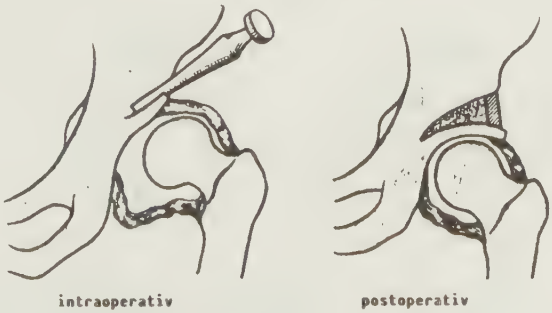


Abb. 7.10 Darstellung der Pfannendachplstik nach Lance

Chapchal (1971) rät aber auch, nicht vor dem zwölften Lebensjahr zu operieren, da ansonsten die Ergebnisse unbefriedigend blieben.

b) Pfannendachplastik nach Dega

Aufbauend auf den Erfahrungen von Spitzy und von Lance entwickelte **Dega** (1931) eine neue Operationstechnik, die die Abstützung des Hüftkopfes in der Pfanne verbessert. Dazu wird einen Zentimeter oberhalb des Pfannenrandes von lateral mit einem Osteotom die äußere Kortikalis durchtrennt, und im gleiche Abstand zum Pfannendach bogenförmig bis kurz vor die innere Kortikalis vorgegangen (Abb. 7.11). Die Y-Fuge wird im Gegensatz zum Vorgehen nach Pemberton nicht berührt. Bei Bedarf kann die innere Kortikalis aber auch durchtrennt werden, wodurch sich dann die Grenzen zur Beckenosteotomie

Abb. 7.11 Transiliacale Osteotomie zur Acetabuloplastik nach Dega (aus Baumann, 1970)
a) Osteotomie oberhalb Pfannenrand beginnend, bis an mediale Kortikalis reichend.
b) Senkung des Pfannendaches mit Hilfe eines Knochenkeiles.
c) Aufsicht auf die Gelenkpfanne nach der Korrektur.

verwischen. Die Pfannendachlamelle wird herabgebogen, und der entstehende Spalt mit Knochenspänen aus dem Beckenkamm aufgefüllt. Diese Operation eignet sich aber nur für Kinder

bis zu ungefähr fünf Jahren, da nach dieser Zeit das Pfannendach nicht mehr biegsam genung ist um sich dem Hüftkopf anzupassen. Postoperativ erfolgt durch einen Gipsverband eine Immobilisation von acht Wochen.

c) Pfannendachplastik nach Pemberton

Ein Verfahren zur besseren Deckung des Hüftkopfes bei dysplastischer Pfanne wurde 1965 von **Pemberton** vorgestellt. Er empfielt, diese Operation nicht vor dem ersten Lebensjahr oder vor Beginn des selbstständigen Gehens durchzuführen. Als obere Altersgrenze setzt er 12-14 Jahre, da nach dieser Zeit die Knochenstrukturen schon zu gefestigt sind, um noch eine Verlagerung des Daches zu erlauben. Die Technik berücksichtigt insbesondere, daß ein Schaden der Pfanne meist ventral lokalisiert ist (Abb. 7.12).

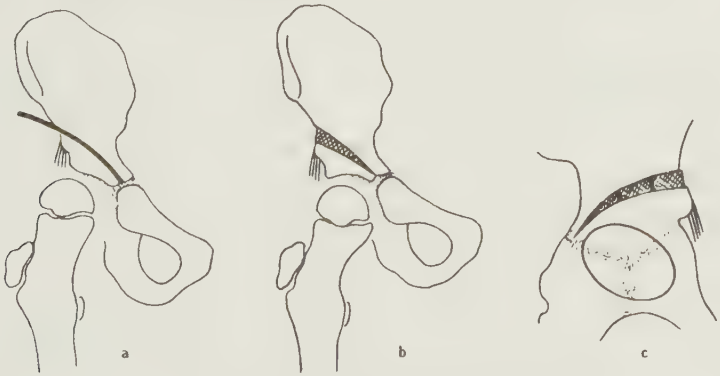


Abb. 7.12 Perikapsuläre Osteotomie nach Pemberton: Kippung des Pfannendaches nach vorne und lateral (aus Baumann, 1970)
a) Osteotomieverlauf (äußere und innere Kortikalis des Os ilium)
b) Knochenkeil in Osteotomiestelle.
c) Die Senkung des Pfannendaches erfolgt nach ventral und lateral.

Nach einem Hautschnitt nach Smith-Peterson wird das vordere Drittel der Crista iliaca freigelegt, und die Mm. glutaeus minimus und medius, sowie der M. tensor fasciae latae soweit

abgelöst, bis die Hüftgelenkskapsel und die Incisura ischiadica major sichtbar sind. Die Apophyse der Darmbeinschaufel wird samt der an ihr ansetzenden Bauchmuskulatur abgetrennt, und daraufhin die Innenseite der Darmbeinschaufel subperiostal auch bis zur Incisura ischiadica major freigelegt.

Beidseits werden nun zwei Hohmann-Hebel in die Incisura eingesetzt, um freien Raum für die Osteotomie zu erhalten. Diese wird mit einem schmalen gebogenen Meißel zuerst außen, und dann innen getrennt durchgeführt. Die Schnittführung beginnt über der Spina iliaca anterior inferior, und läuft in einem Abstand von ungefähr 6 mm parallel zum Kapselansatz bis in den Knorpel der Y-Fuge zwischen Corpus ossis ilii und Corpus ossis ischii. Der Meißel soll dabei nicht bis in die Incisura ischiadica major vorgeschlagen werden, sondern ungefähr in der Mitte zwischen ihr und dem Acetabulum in der g70Knorpelfuge zur Ruhe kommen. Die Osteotomie der inneren Kortikalis erfolgt anschließend in der gleichen Weise. Nachdem nun mit einem breiten Meißel die Spongiosa zwischen beiden Osteotomielinien durchtrennt wurde, biegt man das Acetabulum so weit herunter, bis der Hüftkopf gedeckt ist. Dadurch entsteht über dem Acetabulum ein Spalt von ungefähr 3 cm, der mit einem Stück Knochen aus der Darmbeinschaufel in der gewünschten Position fixiert wird.

Danach wird die Darmbeinapophyse wieder an ihren ursprünglichen Ort genäht, und die Wunde schichtweise verschlossen. Postoperativ wird ein Beckenbeingips in leichter Abduktion für zwei Monate angelegt.

d) Beckenosteotomie nach Chiari

Mit dem Ziel die nach einer Acetabuloplastik unverändert ungünstige Zugrichtung der Abduktorenmuskulatur zu verbessern, und der Vermeidung von eventuellen Störungen bei der Spaneinheilung hat **Chiari** (1953) eine neue Operationsmethode vorgestellt (Abb. 7.13). Das operative Vorgehen gestaltet sich dabei wie folgt (nach Chiari, 1953):

"Lagerung des Kindes auf dem Extensionstisch mit 30° Abduktion des Beines und 30° Außendrehung im Hüftgelenk. Der Hautschnitt verläuft in der Längsrichtung des Oberschenkels, ein Querfinger dorsal der Spina iliaca anterior superior beginnend, 8 cm nach abwärts. Die Fasern des Musculus glutaeus maximus werden in Faserrichtung auseinandergedrängt. Der darunter liegende mittlere und kleine Gesäßmuskel läßt sich bei der gewählten Außendrehung im Hüftgelenk von ventral umgreifen und mit einem stumpfen Haken nach dorsal ziehen, ohne den Muskel zu verletzen. Auf diese Weise ist das Pfannendach unter vollkommener Schonung der Muskulatur hinreichend freigelegt.

Gebogene Rasparatorien werden nun ventral und dorsal um den Isthmus des Darmbeins herumgeführt, um die Weichteile vom Knochen abzuschieben. Dorsal im Foramen ischiadicum majus ist Vorsicht geboten, um die Vasa glutaea bei der Osteotomie zu schützen. Beim Durchschneiden des Beckenringes muß durch vorsichtiges Schlagen eine Splitterung vermieden werden, da sonst die Dislokation unmöglich wird. Der Meißel wird knapp oberhalb der Kapselansatzes angesetzt und in leicht kranial ansteigender Richtung geführt. Es empfielt sich eine Röntgenkontrolle der Meißelrichtung, da ein absteigende Meißelebene die Verlagerung verhindern würde. Die starke Abduktion des Beines führt nach vollständiger Durchtrennung des Beckenrings zur gewünschten Verlagerung. Schambeinast, Fe-

murschaft und die gespannten Adduktoren wirken gleichsam als fixes Dreieck, und werden um die Symphyse als Angelpunkt gedreht. Die Dislokation soll 1-2 cm betragen.

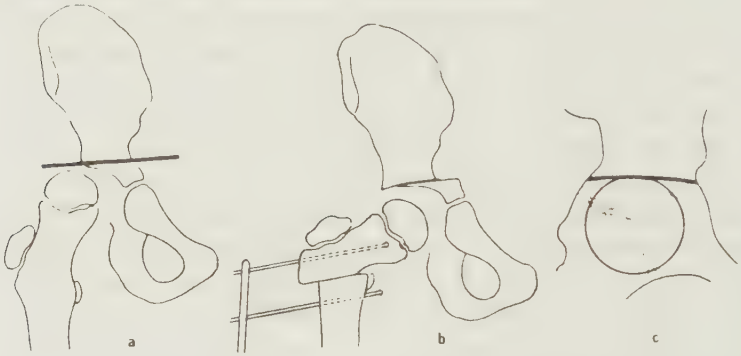


Abb. 7.13 Beckenosteotomie nach Chiari (aus Baumann, 1970)
a) Osteotomierichtung von lateral-distal nach medial-proximal
b) Kranial konvexe Osteotomielinie am Pfannenrand.
c) Aufsicht auf die Gelenkpfanne nach der Korrektur.

Zum Wundverschluß genügen Fascien- und Hautnähte. Eine Ruhigstellung zur Heilung der Osteotomie genügt für vier Wochen im Beckenbeingips. Wie nach jeder Hüftoperation ist die Kräftigung der kleinen Glutaeen in der Nachbehandlung besonders zu pflegen. Mit der Belastung kann ziemlich bald begonnen werden."

Wie Chiari selbst sagt, ist eine mit hyalinem Knorpel ausgekleidete Pfanne der nach seiner Methode erforderlichen Interposition von Kapselmaterial vorzuziehen. Die anderen geläufigen Verfahren zur Verbesserung der Deckungsverhältnisse des Hüftkopfes versagen aber ab der ausgeprägten Subluxation, da das Pfannendach dann so deformiert ist, daß eine Pfannendachplastik keinen nachhaltigen Erfolg mehr verspricht. In diesen Fällen vermag die Beckenosteotomie wieder stabile Verhältnisse zu schaffen. Speziell für die Behandlung cerebraler Bewegungsstörungen empfielt Chiari (1967) seine Art der Beckenosteotomie regelmäßig mit einer Varisierungsosteotomie zu kombinieren.

e) Beckenosteotomie nach Salter

Im Gegensatz zum vorgenannten Verfahren nach Chiari kann die Beckenosteotomie nach **Salter** (1961) nur im Alter von 18 Monaten bis zu 6 Jahren durchgeführt werden. Wie praktisch alle knöchernen Operationen wurde sie in erster Linie zur Therapie der angeborenen Hüftluxation entwickelt. Salter gibt aber auch ausdrücklich die aufgrund cerebraler Störungen verursachte Luxation als Indikation an (Abb. 7.14).

Abb. 7.14 a) Hautschnitt nach Smith-Peterson.

Nach einem Schnitt nach Smith-Peterson (a) wird zwischen dem Musculus tensor fasciae latae und den Mm. sartorius und rectus femoris in die Tiefe gegangen, wodurch der vordere Anteil des Hüftgelenks zutage tritt. Von der Mitte der Crista iliaca wird die kleine Glutaealmuskulatur bis zur Spina iliaca anterior inferior abgelöst und zusammen mit dem Periost soweit zurückgeschlagen, bis der äußere Rand des Acetabulums und die Incisura ischiadica major sichtbar werden. Die Gelenkkapsel wird nahe dem oberen und vorderen Rand des Acetabulums eröffnet. Dadurch wird die Fehlstellung der Pfanne erkennbar.

Der Hüftkopf wird reponiert. In Abduktion, Flexion und Innenrotation läßt er sich meist in der Pfanne halten. In dieser Stellung wird auch die Osteotomie ausgeführt. Zunächst wird jedoch die vordere Hälfte der knorpeligen Apophyse abgetrennt, und das Periost von der Innenseite des Os ilium abgezogen, bis die Incisura ischiadica major sichtbar wird.

Eine Bandsäge wird durch diese Incisura durchgeführt, und die Osteotomie damit in gerader Linie von dort bis zur Spina iliaca anterior inferior im rechten Winkel zur vertikalen Achse des Os ilium durchgeführt (b). Dies ist auch mit einem Meißel oder mit einer Oszillationssäge möglich, gefährdet aber nach Meinung Salters Gefäße und Nerven in höherem Maße. Von dem vorderen Anteil der Darmbeinschaufel wird nun ein großzügiges Stück Knochen entfernt (c) und auf die Form eines Keiles zugeschnitten, dessen Basis ungefähr dem Abstand der Spina iliaca anterior superior zur Spina iliaca anterior inferior entsprechen soll.

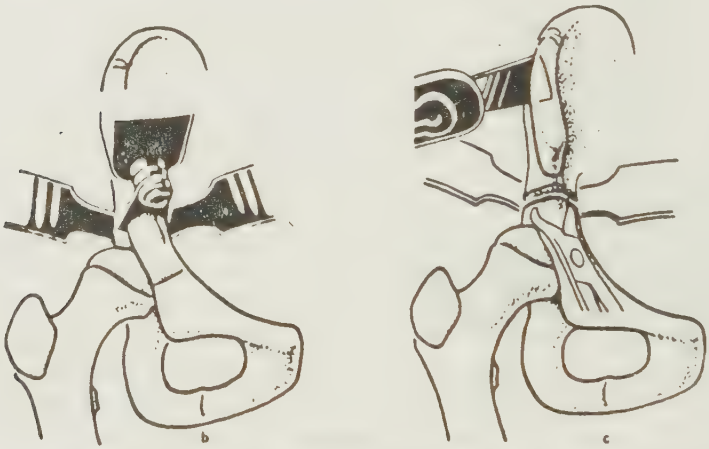


Abb. 7.14 b und c: Osteotomie des Os ilium und Entfernung eines Teils der Darmbeinschaufel

Der untere Anteil des osteotomierten Beckens, der das gesamte Acetabulum enthält, wird nun nach ventral, kaudal und lateral gekippt und in dieser Stellung durch Einfügen des Knochenkeils gehalten. Ein starker Kirschner-Draht wird zur weiteren Stabilisierung durch oberes Fragment, interponierten Keil und unteres Fragment geführt (d).

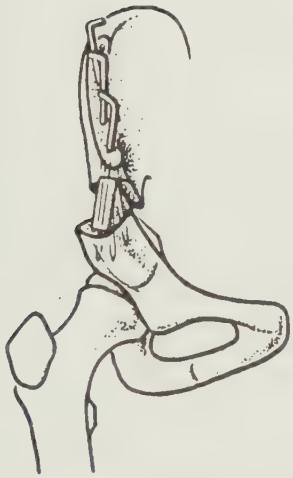


Abb. 7.14 d) Kirschner-Drähte fixieren die Kippung des Beckens und das Interponat.

Nach Resektion jetzt überflüssigen Gewebes wird die Kapsel wieder vernäht, die Apophyse am Beckenkamm befestigt, und der Hautschnitt intradermal mit Draht verschlossen. Ein einseitiger Beckenbeingips, der das Bein in leichter Abduktion, Flexion und Innenrotation hält, wird angelegt. Das Knie soll gebeugt gehalten werden, um die Kniebeugemuskulatur zu entspannen.

Gips und Kirschner-Draht werden nach sechs Wochen entfernt. Daraufhin wird Teilbelastung, und nach einigen Wochen Vollbelastung gestattet. Das Vorgehen nach Salter gestattet es, im Gegensatz zur Beckenosteotomie nach Chiari, den Hüftkopf vollständig mit Knorpel zu überdecken.

III.Eigene Untersuchungen

1. Untersuchunngsmethode

Ziel dieser Untersuchung ist es die klinische und röntgenologische Weiterentwicklung knöcherner Operationen der Hüfte über einen längeren Zeitraum hin zu beurteilen. Dies wurde durch die Tatsache erschwert, daß bei den klinischen Daten aus den Krankenunterlagen der jeweils Untersuchende eigene Schwerpunkte gesetzt hatte, und ein direkter Vergleich aller Befunde über Jahre hinweg deshalb oft unmöglich war. Um sich trotzdem ein Bild über die klinische Weiterentwicklung zu schaffen, wurde ein möglichst umfassender Untersuchungsbogen entworfen, der alle wesentlichen Kriterien zur Beurteilung der Hüfte beinhaltet, und darüberhinaus auch Auskunft über Gesamtsituation der zu untersuchenden Personen geben soll (Abb. 1.1). Die bruchstückhaft verfügbaren klinischen Daten aus den Unterlagen ließen sich nach der Übertragung in diesen Bogen besser in ihrem Verlauf beurteilen:

Die Länge des Beines wurde als relative Beinlänge bestimmt, bei der die Entfernung von der Spina iliaca anterior superior bis zum Innenknöchel gemessen wird. Häufig waren scheinbare Beinlängenunterschiede auf Adduktorenkontrakturen zurückzuführen. Die Flexionskontrakturen wurden soweit dies möglich war durch den Thomas'schen Handgriff bestimmt. Bei der nicht seltenen Adipositas der untersuchten Spastiker war dieses Vorgehen oft nicht sicher beurteilbar. In diesen Fällen wurde das Bein der Gegenseite maximal flektiert und der Winkel der Abhebung des in seiner Kontraktur zu bestimmenden Beines von der Untersuchungsliege direkt als Maß seiner Kontraktur genommen. Außen- und Innenrotation wurden in Rückenlage in 90° Beugung der Hüftgelenke bestimmt, soweit dies bei der eingeschränkten Beweglichkeit möglich war. Alle Untersuchungen des Bewegungsumfanges wurden passiv vorgenommen und nach der Neutral-0-Methode dokumentiert.

Abb. 1.1 Untersuchungsbogen zur klinischen Dokumentation.

Name:				Datum:		
Geb.:	Krbl-Nr.:			Röbl-Nr.:		
Art der Spastik:						
Ausmaß der Spastik:		leicht		mittel	schwer	
Intelligenzbeh.:	keine	leicht		mittel	schwer	
Aufziehreaktion:	vorhanden			nicht vorhanden		
ATNR:	vorhanden			nicht vorhanden		
STNR:	vorhanden			nicht vorhanden		
Kö-Kö-Stellreflex:	vorhanden			nicht vorhanden		
Amphibien-Reflex:	vorhanden			nicht vorhanden		
ton. Labyrinthreflex:	vorhanden			nicht vorhanden		
Rollen:	möglich			nicht möglich		
Robben:	möglich			nicht möglich		
Sitzen:	nein					
Knien:	nein					
Stehen:	nein					
Laufen:	möglich			nicht möglich		
Beckenneigung:	ja			nein		
Beckenstand:	schräg			horizontal		
Beinlänge:	Re:	cm		Li:	cm	
Beinlängenausgleich:	Seite:				cm	
Skoliose:	keine	leicht	mittel	schwer	funkt.	strukt.
Trendelenburg:	Re:	path.	nicht path.	Li:	path.	nicht path.
Extension/Flexion:						
Abduktion/Adduktion:						
Außen-/Innenrotation:						
Art und Seite der OP:						
Sonstiges:						

Großen Raum nahm bei der Untersuchung auch die Fragestellung ein, ob sich die beim Spastiker vorkommenden pathologischen Reflexe nach der Operation verringert hätten, oder ob zum Zeitpunkt der Operation noch nicht vorhandene physiologische Reflexe zutage getreten wären. Die Reflexe der Patienten wurden wie üblich bestimmt. Nur der tonische Labyrinthreflex wurde vereinzelt durch das sogenannte Rectus-Phänomen bestimmt, bei dem die Kniegelenke des Patienten in Bauchlage gebeugt werden - hebt sich dabei das Becken, so ist dieser Reflex als noch vorhanden zu werten.

Die Intelligenz wurde im wesentlichen danach beurteilt welche Schule besucht werden konnte, ob eine sinnvolle Beschäftigung möglich war, oder ob sich die zu vollbringende Arbeit in Beschäftigungstherapie erschöpfte. Wenn möglich wurden aber zur Beurteilung die Intelligenzteste herangezogen, die regelmäßig bei einen längeren Aufenthalt der Patienten im Spastikerzentrum München angefertigt worden waren.

Für die röntgenologische Beurteilung der Ergebnisse wurde ein getrennter Bogen entworfen (Abb. 1.2). Ausführliche Erläuterungen zu den einzelen Meßgrössen finden sich unter Punkt 6.2 bis 6.4. In der Regel wurden Aufnahmen zu drei verschiedenen Zeitpunkten für die Beurteilung des Erfolgs herangezogen:

1) Kurz vor der knöchernen Operation.
2) Nach der knöchernen Operation meist zum Zeitpunkt der Materialentfernung, d.h. ungefähr ein Jahr postoperativ.
3) Am Tag der Einbestellung.

Wo es möglich war, wurde neben der Beckenübersichtsaufnahme auch eine Antetorsionsaufnahme nach Rippstein angefertigt (siehe Punkt 6.1.b). Durch die oft eingeschränkte Flexion und Abduktion im Hüftgelenk war dies aber häufig nicht durchführbar. Wenn bei den präoperativen Untersuchungen auf

Abb. 1.2 Untersuchungsbogen zur röntgenologischen Dokumentation der Veränderungen im Bereich der Hüfte.

NAME :			Geb.:					
			vor Op		nach Op		jetzt	
Datum der Aufnahme								
	R	L	R	L	R	L	R	L
CCD, projeziert								
CCD, reell								
AT, projeziert								
AT, reell								
Kopf- Epiphysen- W.(KE)								
Pfannenseingangs- W.(PE)								
Pfannentiefe (mm)								
Pfannenlänge (mm)								
Pfannenausladungs- W.								
Acetabulum- W. (Ac)								
Abstand Pannen- Kopf								
Kopfhöhe (mm)								
Kopfbreite (mm)								
Luxation nach Stotz								
Luxation nach DGOT								
Epiphysenindex $\frac{H}{B} \cdot 100$								
Hüftpfannenind. $\frac{T}{W} \cdot 100$								
Ac- Normalwert								
Sonstiges								
Art der Op								

eine solche Zusatzaufnahme verzichtet worden war, so ließ sich die Antetorsion der Femurkopfes manchmal aus dem Operationsbericht direkt entnehmen. Aus diesem Wert ließ sich dann zusammen mit der Beckenübersichtsaufnahme der reelle CCD-Winkel zurückberechnen.

Bei der Beurteilung der Luxationen wurden zwei verschiedenen Verfahren nebeneinander benutzt. An erster Stelle steht die 1978 von Stotz entwickelte Einteilung, die sich seitdem an der Orthopädischen Poliklinik München bewährt hat (siehe Punkt 6.4.c). Daneben wurde auch nach den Vorschlägen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie vorgegangen, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Alle anderen röntgenologisch erfaßbaren Werte wurden nach den Vorschlägen der DGOT klassifiziert, wodurch auch das jeweilige Alter zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Betrachtung mit einbezogen werden konnte.

2. Das Krankengut

In den Jahren 1966 bis 1983 wurden an der Orthopädischen Poliklinik der Universität München 68 knöcherne Eingriffe an der Hüfte bei cerebral gelähmten Patienten durchgeführt. Von diesen wurden 40 zur Einbestellung vorgesehen; der Rest konnte meist wegen nicht ausreichender Krankenunterlagen nicht zu einer Auswertung herangezogen werden. Von den 40 angeschriebenen Personen kamen 4 Schreiben wegen unbekannten Umzugs zurück, 7 Patienten hatten die Bitte zu kommen offensichtlich ignoriert, und 5 Patienten schickten schriftliche Absagen, die sich aber zum Teil auch als aufschlußreich erwiesen. Damit blieb für die Untersuchung eine Anzahl von 22 Personen, von denen sich 8 in ständiger Betreung des Spastiker-Zentrums München befanden.

Eine Auswertung des Operationserfolgs der nicht erschienenen Personen allein aufgrund der Röntgenbilder versprach keinen Erfolg, da die letzten Aufnahmen, bis auf einen einzigen Fall, alle anläßlich der Materialentfernung durchgeführt worden waren, und damit über einen nicht ausreichenden Zeitraum zu verfolgen gewesen wären. Auch die Krankenunterlagen reichten in solchen Fällen nur selten über diesen Termin hinaus. Es standen somit 22 Patienten mit insgesamt 29 operierten Hüften für die Untersuchung zu Verfügung.

Das durchschnitlliche Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug 22,6 Jahre, und bewegte sich im Rahmen von 15 bis 30 Jahre. Die Operationen lagen dabei durchschnittlich etwas unter 13 Jahre zurück, wobei der geringste zeitliche Abstand 1 Jahr, und der größte 21 Jahre betrug.

Das durchschnitlliche Alter zum Zeitpunkt der Operation der Hüften war 10,3 Jahre. Gibt man das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation in Zahlen an (Tab. 2.1), so ergibt sich für die Derotations-Varisierungs-Osteotomie ein durchschnittlichliches Alter von 10,4 Jahre. Bei der Abstützungsosteotomie, die mit 4 Fällen vertreten war, liegt es bei 15 Jahren, und für die Beckenosteotomie mit fünf vertretenen Fällen beträgt es 6,6 Jahre. Weiterhin wurde in einem Fall eine Adduktionsosteotomie nach Pauwels im Alter von sieben Jahren durchgeführt.Zum Teil wurden verschiedene knöcherne Eingriffe kombiniert ausgeführt, wie z.B. eine Derotationsosteotomie mit einer Pfannendachplastik.

Die Patienten waren häufig, wie es das gängige Therapieschema erfordert, muskulär voroperiert worden, um nach der knöchernen Operation möglichst schnell einen aufrechten Gang zu erreichen. Von distal nach proximal wurden zur Spitzfußkorrektur neun Achillotenotomien und zur Beseitigung der Kniebeugekontraktur vier Verlängerungen der medialen Kniebeuger

vorgenommen. Zur Behebung der Hüftbeuge- und Innenrotationskontraktur wurden 12 Adduktorentenotomien, 16 Rectus-Iliopsoas-Verbünde, zwei Verlagerungen des Musculus iliopsoas und eine Verlagerung des Musculus glutaeus medius durchgeführt. Die muskulären Eingriffe im Bereich der Hüfte wurden zum größten Teil mit den knöchernen Operationen in einer Sitzung ausgeführt.

Tabelle 2.1: Anzahl der knöchernen Hüftoperationen (n=29) und jeweiliges Alter der Patienten

Jahre	Dero-Vari	ASO	BO	Dero-Vari+BO	Add.-OT	gesamt
3-6	5	-	2	1	-	8
7-12	8	2	1	1	1	13
13-18	5	1	-	-	-	6
19-24	1	1	-	-	-	2
gesamt	19	4	3	2	1	29

Die Behinderungen der Patienten ließen sich in drei linksseitige Hemiplegien, acht Diplegien und elf Tetraplegien aufteilen, wobei in einem Fall zur spastischen Tetraplegie noch eine athetotische Komponente hinzukam.
Um die Schwere der spastischen Behinderung grob zu klassifizieren wurden drei Kategorien geschaffen:

Leicht: Vorwiegend freies Gehen ohne Stützen.
Mittel: Vorwiegend Gehen mit Stützen; der Rollstuhl wird nur in Ausnahmen benutzt.
Schwer: Fortbewegung vorwiegend bis ausschließlich im Rollstuhl.

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung der Patienten nach dieser Einteilung dargestellt.

Tabelle 2.2: Die Verteilung von Alter und Schweregrad der Patienten bei Indikationsstellung (n=22).

	Tertraplegie	Hemiplegie	Diplegie	gesamt
leicht	1	2	3	6
mittel	1	-	1	2
schwer	9	1	4	14
gesamt	11	3	8	22

Fast alle Patienten waren als Frühgeburten auf die Welt gekommen. Das durchschnittliche Geburtsalter lag knapp unter sieben Monate. Nur ein Patient mit schwerer Tetraplegie wies nach den Unterlagen eine normale Geburt auf. Ein weiteres Kind mit spastischer Hemiplegie war drei Wochen übertragen worden.

Die geistige Entwicklung teilte sich bei den 22 Personen in neun Fälle ohne oder mit nur sehr geringer Intelligenzminderung, und in 13 Fälle mit leichter bis schwerer Störung des Denkvermögens auf.

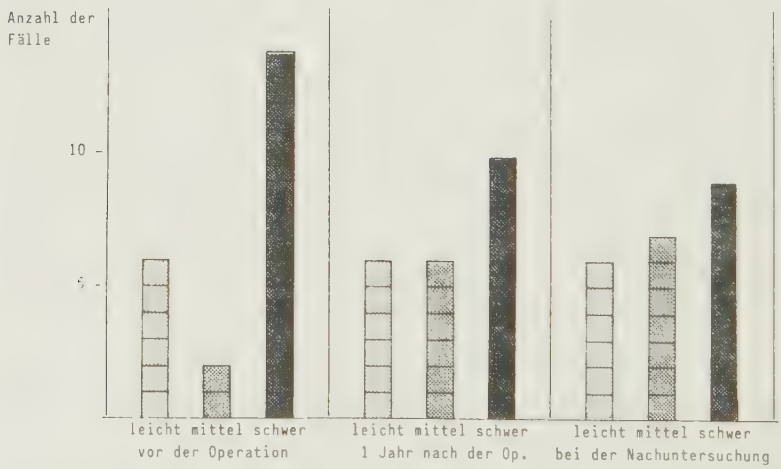
3. Ergebnisse

3.1 Klinische Untersuchungen

a) Veränderungen im Ausmaß der Behinderung

Ein wichtiges Anliegen dieser Arbeit war es festzustellen, in welchem Maß die durchgeführten Operationen den cerebral behinderten Patienten Erleichterung ihres Leidens erbracht hatten. Weiterhin sollte anhand der untersuchten Fälle versucht werden die Vorhersagbarkeit der späteren Entwicklungen zu verbessern, und die Indikation zur Operation genauer zu bestimmen.

Abb. 3.1 Verteilung des Schweregrades der Behinderung



Als erfolgreich behandelt wurden die Patienten betrachtet, bei denen sich im Ausmaß ihrer Behinderung eine deutliche Besserung gezeigt hatte. Die Zusammenstellung in Abbildung 3.1 zeigt, daß der Anteil der nicht gehfähigen Kinder schon

ein Jahr nach den durchgeführten Operationen deutlich zugunsten der mittleren und leichten Behinderungen zurückgedrängt werden konnte. Durchschnittlich etwas unter 13 Jahre post operationem hat sich nur noch in einem einzigen Fall eine weitere Besserung im Vergleich zum Zeitpunkt der Materialentfernung ergeben.

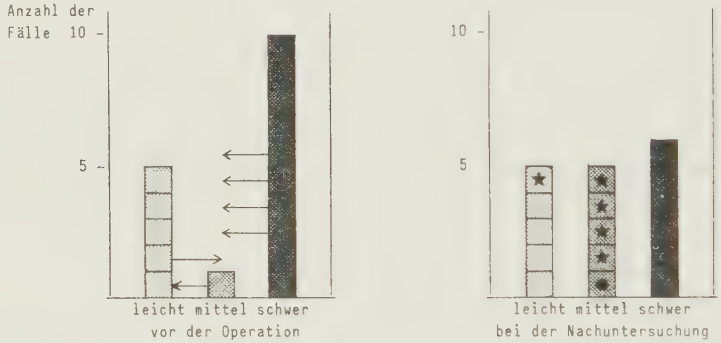
Um dieses Ergebnis näher aufzuschlüsseln wurden in den Abbildungen 3.2 die klinischen Entwicklungen nach den durchgeführten Operationsverfahren getrennt. Hierbei zeigte sich, daß deutliche Erfolge auf die Derotations-Varisierungs- (DV) und auf die Beckenosteotomien (BO) beschränkt blieben. Die Abstützungsosteotomie hatte in keinem der vier Fälle die Auswirkungen der Spastik verringern können, allerdings auch keine Verschlechterung erbracht.

Da dieses Ergebnis aber auch als Ausdruck einer differenzierenden Indikationsstellung zu interpretieren ist, wurde in Abb. 3.3 versucht den Einfluß der unterschiedlichen Verteilung der spastischen Lähmung auf den Erfolg der Behandlung darzustellen. Es wird dabei deutlich, daß sich der ganz überwiegende Teil der erfolgreich verlaufenen Fälle in der Gruppe der Diparetiker befindet. Der Erfolg der tetraplegisch gelähmten Spastiker ist mit nur einem einzigen Fall, der zudem an der Grenze zur Diplegie lag, gering. Bei der Hemiparese konnte eine schwere in eine mittelgradige Behinderung gebessert werden.

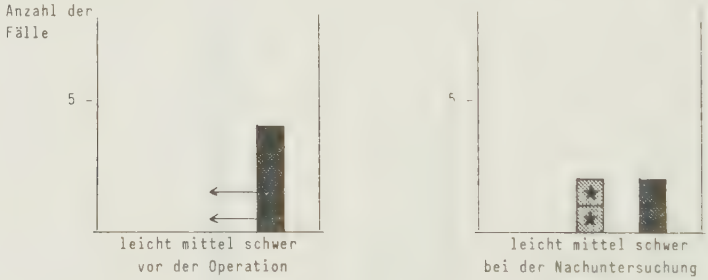
Da auch die geistigen Fähigkeiten der Patienten bei den Ergebnissen der Behandlung eine Rolle gespielt haben könnten, wurde in den Abb. 3.4 a und b die Abhängigkeit des Operationserfolges von der Intelligenz betrachtet. Dabei zeigt sich, daß der Erfolg einer operativen Therapie wohl nicht direkt von der Intelligenz des Patienten abhängt.

Abb. 3.2: Ausmaß der Behinderung vor und durchschnittlich 10 Jahre nach der Hüftoperation. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit " ★ " gekennzeichnet, Verschlechterungen mit " ● ")

a) Änderung nach Derotations-Varisierungs-Osteotomie.



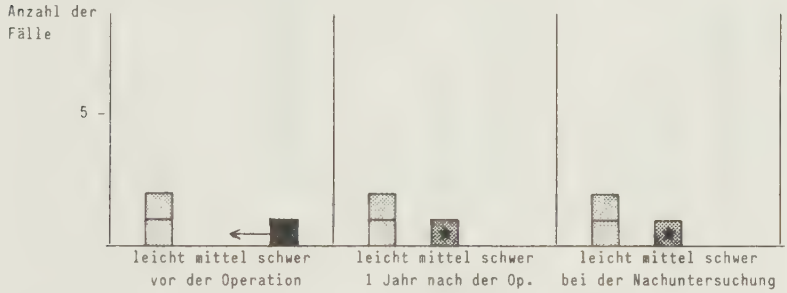
b) Änderung der Behinderung nach einer Beckenosteotomie.



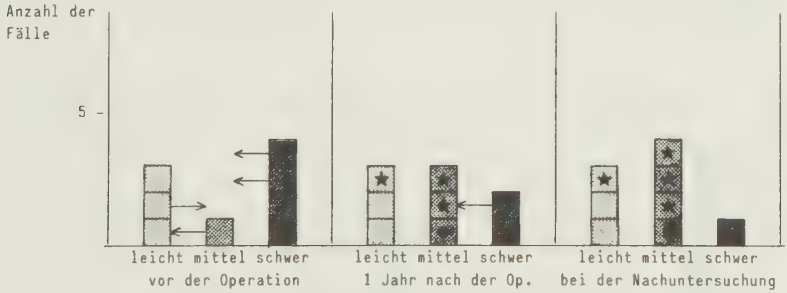
c) Änderung der Behinderung nach einer Abstüztungsosteotomie.

Abb. 3.3: Veränderungen im Ausmaß der Behinderungen vor und nach der Operation, sowie durchschnittlich 10 Jahre später. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")

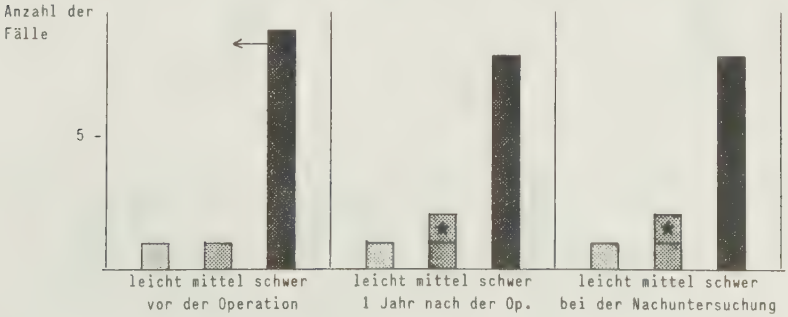
a) Veränderungen der Behinderung bei Hemiparetikern.



b) Veränderungen der Behinderung bei Diparetikern.



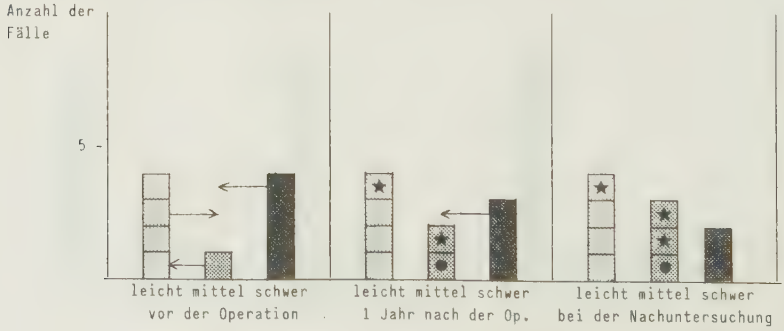
c) Veränderung der Behinderung bei Teraparetikern.



In der Gruppe ohne geistige Behinderungen wurde bei 3 von 9 Fällen eine Besserung erreicht. Bei den leichten bis schweren Intelligenzstörungen lag das Verhältnis bei 3 erfolgreichen Verläufen auf 13 Personen. Ein bei der Gruppe mit normalen intellektuellen Fähigkeiten eventuell zum Tragen kommender stärkerer Gesundungswille läßt sich aus diesen geringen Unterschieden nicht entnehmen.zeigt damit keinen deutlichen Einfluß auf den weiteren postoperativen Verlauf. Verknüpft man wie in Abb. 3.5 die Intelligenz nun mit der Art der Verteilung der Spastik am Körper, so tritt ein eindeutiger Zusammenhang zutage. Danach sind fast alle Tetraplegiker in verschiedenem Ausmaß auch in ihrer Intelligenz eingeschränkt, die Diplegiker dagegen kaum. Der Operationserfolg richtet sich hier eindeutig weniger nach den geistigen Behinderungen als nach der Art der Lähmung, wobei in der Gruppe der Diplegiker eindeutig der größte Erfolg zu verzeichnen ist.

Abb. 3.4: Veränderungen im Ausmaß der Behinderungen vor und nach der Hüftoperation, sowie durchschnittlich 10 Jahre später in Abhängigkeit von der Intelligenz.
(Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")

a) Veränderungen bei normaler Intelligenz.



b) Veränderungen bei leichter bis schwerer Störung der Intelligenz.

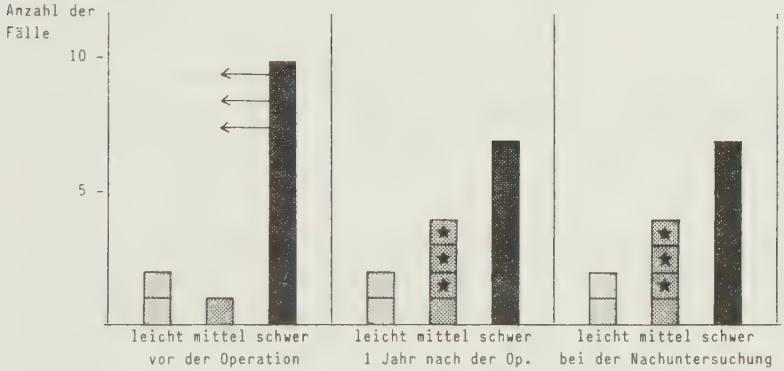
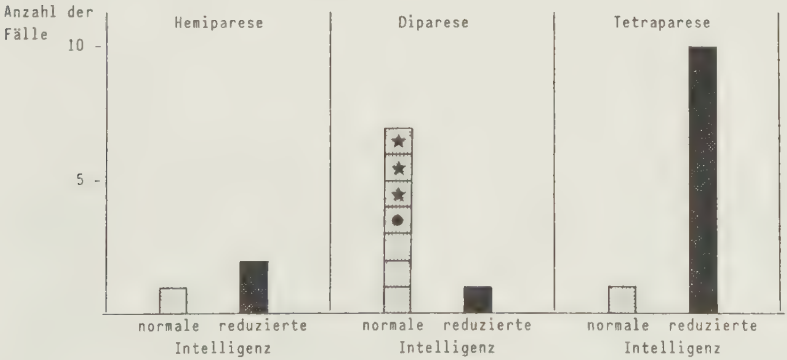


Abb. 3.5: Zusammenhang zwischen Art der Lähmung der Intelligenz. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")



b) Veränderungen in der Beweglichkeit des Hüftgelenkes

Ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchungen war auch die Ermittlung der passiven Hüftbeweglichkeit. Sie wurde nach der Neutral-0-Methode dokumentiert. Wie aus den hohen Stan-

dardabweichungen der Tabelle 3.6 ersichtlich ist, war der Bewegungsumfang der Hüften zum Teil beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Tabelle 3.6: Beweglichkeit der operierten Hüften in Abhängigkeit vom operativen Vorgehen in Grad zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

	DV	BO	ASO	Normalwerte
Extension	5+/-8	1+/-2	3+/-3	0
Flexion	92+/-19	82+/-3	70+/-37	130
Abduktion	20+/-12	7+/-10	25+/-15	30
Adduktion	32+/-18	32+/-4	28+/-10	20
Außenrotation	31+/-18	33+/-24	34+/-21	30
Innenrotation	28+/-15	33+/-2	23+/-13	40
Anzahl der Hüften	16	5	4	
Jahre post op	14+/-4	16+/-2	4+/-2	

DV: Derotations-Varisierungs-Osteotomie
BO: Beckenosteotomie
ASO: Abstützungsosteotomie

Die gemittelten Werte lassen dennoch Unterschiede zwischen den einzelnen Operationsverfahren erkennen. Erwartungsgemäß ist der Bewegungsumfang bei DV und BO größer als bei der ASO, bei der besonders die Flexion eingeschränkt ist und große Schwankungen aufweist. Deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Operationsverfahren ergeben sich auch bei der Abduktion, die bei der BO mit nur 7° sehr gering ist. Die Adduktion ist bei allen drei Gruppen in der für den Spastiker typischen Weise erhöht. Die bei der Cerebralparese regelhaft zu beobachtende erweiterte Innenrotation ist jetzt im Vergleich zur normalen Beweglichkeit herabgesetzt.

Um zu differenzieren, in welchem Ausmaß Operationen der Muskulatur die Beweglichkeit des Hüftgelenkes mitbestimmem, wurden in Tabelle 3.7 die einseitig knöchern operierten Seiten mit den nicht knöchern operierten Gegenseiten verglichen. Da die Weichteiloperationen in allen Fällen beidseitig ausgeführt worden waren, ist auf diese Weise ihre Beteiligung am Bewegungsumfang abschätzbar.

Tabelle 3.7: Vergleich der Beweglichkeit der gemeinsam knöchern und muskulär operierten Hüften mit den ausschließlich muskulär operierten Hüften in Grad zum Zeitpunkt der Operation.

a) Derotations-Varisierungs- und Beckenosteotomien (9 Fälle)

	Knöch. und musk. Op	rein musk. Op
Ext.:	4+/-10	4+/-5
Flex.:	74+/-21	89+/-27
Abd.:	15+/-11	24+/-13
Add.:	30+/-17	21+/-13
AR:	26+/-10	22+/-8
IR:	30+/-15	35+/-11

b) Abstützungsosteotomie (3 Fälle)

	Knöch. und musk. Op	rein musk. Op
Ext.:	3+/-3	3+/-3
Flex.:	57+/-31	75+/-40
Abd.:	25+/-18	10+/-9
Add.:	25+/-10	28+/-6
AR:	32+/-25	22+/-10
IR:	30+/-15	20+/-5

Es zeigt sich bei BO und DV, daß bei den ausschließlich muskulär operierten Hüften die Beweglichkeit besonders von Flexion und Abduktion größer ist als an den kombiniert operier-

ten Hüften. Lediglich die Adduktion ist bei gemeinsamer Operation von Knochen und Muskulatur besser ausgeprägt als bei einem rein muskulär ansetzenden operativen Vorgehen. Bei der ASO sind die Abduktion und Außenrotation an den knöchern operierten Seiten besser, während wie bei den beiden anderen Operationsarten die Flexion im Vergleich zur Gegenseite etwas eingeschränkt ist. Die geringen Fallzahlen lassen allerdings nicht den Schluß zu, daß knöcherne Operationen die Beweglichkeit mehr einschränken denn fördern, da die knöchern operierten Seiten ja auch schon präoperativ stärker beeinträchtigt waren.

Die Entwicklung der Beweglichkeit der Hüften seit der Operation läßt sich leider nur anhand weniger Patienten verfolgen, da in den Krankenunterlagen der Bewegungsumfang nur selten exakt dokumentiert wurde. Betrachtet man die Werte in Tabelle 3.8 a, so zeigt sich, daß bei der DV in allen Bewegungsrichtungen sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen stattgefunden haben. Mittelt man diese Zahlen, so halten sie sich so weit in der Waage, daß keine signifikanten Veränderungen mehr zu erkennen sind. Eine allgemeine Entwicklungstendenz ist aus den verfügbaren Zahlen nicht zu erkennen. Bei der gemeinsamen Ausführung von DV und BO (Tab. 3.8 b), sowie bei der Adduktionsosteotomie (Tab. 3.8 c) verschlechterten sich Flexion und Abduktion erheblich. Bei der Adduktionsosteotomie verringerte sich die Außenrotation im Verlauf von 17 Jahren von 70° auf 10°. Die übrigen Freiheitsgrade veränderten sich bei diesen Operationen nur unwesentlich. Allgemeine Schlußfolgerungen können aus diesen eher als Beispiel zu wertenden Zahlen sicherlich nicht gezogen werden.

Tabelle 3.8: Postoperative Weiterentwicklung der Beweglichkeit des Hüftgelenkes anhand einzelner Fälle in Grad zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

a) Derotations-Varisierungs-Osteotomie:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre zwischen bd. Werten
0:0	120:90	20:30	35:0	35:5	20:20	17
-	70:120	-	-	40:10	10:10	17
0:10	120:115	20:45	20:20	30:45	20:20	5
0:5	110:105	20:15	20:40	30:45	30:20	5
0:0	110:90	30:30	50:65	15:40	50:35	7
0:4 +/-5	105+/-21: 104+/-14	23+/-5: 30+/-12	31+/-14: 31+/-28	30+/-9: 29+/-20	22+/-8: 21+/-9	10+/-6

b) Derotations-Varisierungsosteotomie in Verbindung mit einer Beckenosteotomie:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre zwischen bd. Werten
0:0	90:45	30:5	20:30	40:40	40:35	16
-	70:55	-	-	-	-	5

c) Adduktionsosteotomie:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre zwischen bd. Werten
0:10	90:30	30:10	30:25	70:10	0:10	17

Der Einfluß der Intelligenz auf die Spätbeweglichkeit des knöchern operierten Hüftgelenks ist aus Tabelle 3.9 zu entnehmen. Es zeigt sich, daß bei einer zusätzlich zur körperlichen Behinderung noch hinzukommenden geistigen Beeinträchtigung keine bedeutenden Unterschiede zu den nur körperlich behinderten Cerebralparetikern aufgetreten sind. Eine ge-

ringfügig bessere Beweglichkeit ergibt sich in der Gruppe der geistig gesunden lediglich bei der Flektion, der Außen- und der Innenrotation.

Tabelle 3.9: Beweglichkeit der knöchern und muskulär operierten Hüften in Abhängigkeit zur Intelligenz in Grad mit einfacher Standardabweichung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

a) Normale Intelligenz:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre post operationem
5+/-4	94+/-18	19+/-14	34+/-16	35+/-15	32+/-16	13+/-3

b) Gestörte Intelligenz:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre post operationem
4+/-8	82+/-33	19+/-13	31+/-13	26+/-19	26+/-15	13+/-7

Tabelle 3.10: Beweglichkeit der rein muskulär operierten Hüften in Abhängigkeit zur Intelligenz in Grad mit einfacher Standardabweichung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

a) Normale Intelligenz:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre post operationem
2+/-3	95+/-27	30+/-12	19+/-11	20+/-9	32+/-6	14+/-3

b) Gestörte Intelligenz:

Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR	Jahre post operationem
5+/-5	82+/-35	4+/-10	28+/-13	23+/-7	31+/-13	11+/-7

Wie ein Vergleich von Tabelle 3.9 mit Tabelle 3.10 zeigt, ist zwischen den knöchern und den muskulär operierten Hüften bei den geistig behinderten Spastikern kaum ein Unterschied in den Bewegungsmöglichkeiten feststellbar. Bei den normal intelligenten Cerebralparetikern findet sich dagegen nach einem kombinierten Eingriff bei der Adduktion und der Außenrotation ein deutlich besserer Status als nach einem ausschliesslich muskulärem Eingriff.

Unterteilt man die einbestellten Spastiker danach, ob bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine krankengymanstische Behandlung durchgeführt wurde oder nicht (Tabelle 3.11), so lassen sich zwischen beiden Gruppen keine großen Unterschiede feststellen. Der Personenkreis ohne krankengymnastische Betreuung weist insgesamt allerdings eine geringfügig besserere Beweglichkeit auf. Diese Gruppe setzt sich aber überwiegend aus sowohl körperlich, als auch geistig nur leicht Behinderten zusammen, und müßte nach den bisherigen Ergebnissen allein schon aus diesem Grund ein günstigeres Bild als der Durchschnitt der untersuchten Personen bieten.

Tabelle 3.11: Einfluß der krankengymnastischen Therapie (KG) auf die Beweglichkeit in Grad mit einfacher Standardabweichung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

	Ext.	Flex.	Abd.	Add.	AR	IR
mit KG	4+/-7	83+/-34	6+/-12	30+/-13	9+/-21	27+/-15
ohne KG	5+/-4	5+/-11	24+/-13	35+/-15	32+/-11	32+/-16

Den Einfluß der Operationsmethode auf das Ausmaß der Kontrakturen der flektierenden und adduzierenden Muskulatur zeigt Tabelle 3.12. Nach allen Operationen bestehen auch nach längerer Zeit deutliche Kontrakturen. Die Extreme stel-

len sich in der ASO mit geringer Adduktions- und erheblicher Flexionskontraktur, und in der BO mit deutlicher Adduktions- und geringer Flexionskontraktur dar.

Tabelle 3.12: Kontrakturen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Abhängigkeit von der Operationsmethode.

Operation	Adduktions-Kontr.	Flexions-Kontr.	Zahl der Hüften
DV	13+/-11	17+/-10	16
ASO	5+/-10	23+/-10	4
BO	20+/-6	14+/-14	5
Add.-OT	20	25	1

Eine wesentliche Bedeutung der Intelligenz für die Verringerung von Kontrakturen ist nicht erkennbar (Tab. 3.13), und auch die krankengymnastische Behandlung zeigte bei der Nachuntersuchung keinen deutlichen Erfolg (Tab. 3.14).

Tabelle 3.13: Kontrakturen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Abhängigkeit von der Intelligenz.

Intelligenz	Add.-Kontr.	Flexions-Kontr.	Zahl der Hüften
normal	14+/-12	15+/-10	13
reduziert	11+/-10	18+/-11	16

Tabelle 3.14: Kontrakturen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Abhängigkeit von der krankengymnastischen Nachbehandlung.

Krankengymn.	Add.-Kontr.	Flexions-Kontr.	Zahl der Hüften
mit KG	30+/-13	18+/-10	18
ohne KG	35+/-15	15+/-12	11

c) Entwicklung von Fehlhaltungen und Asymmetrien

Von den meisten untersuchten Personen wurde eine Differenz der Beinlänge als besonders belastend empfunden. Messungen ergaben für die einzelnen Operationen folgendes Ergebnis (Tab. 3.15):

Tabelle 3.15: Beinlängendifferenzen unterschieden nach dem operativen Eingriff zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Operation	einseitiger Eingriff		beidseitiger Eingriff	
DV	2,4+/-3,4 cm	n=7	2,1+/-1,4 cm	n=6
BO	2,0+/-1,7 cm	n=3	6 cm	n=1
ASO	2,0+/-1,6 cm	n=4	-	-
Add.-OT	0,5 cm	n=1	-	-

Bei der Derotations-Varisierungs-Osteotomie, die aufgrund der Fallzahlen als einzige Operationsmethode hinsichtlich der Auswirkungen von einseitigen und beidseitigen Eingriffen beurteilt werden kann, zeigt sich, daß im Durchschnitt die Operation der Gegenseite nur geringe Verbesserungen der Beinlängenunterschiede erbrachte. Allerdings sind bei nur einseitigen operativen Eingriffen, im Gegensatz zu den beidseitigen, die Schwankungen beträchtlich, so daß im Einzelfall die Operation beider Hüften doch Vorteile brachte. Insgesamt gesehen sind die Beinlängenunterschiede jedoch eher gering. Wesentlich bedeutender waren meist Kontrakturen der Adduktorenmuskulatur, die zu den meßbaren Beinlängendifferenzen noch scheinbare Längenunterschiede hinzufügten. Ausdruck für diese Kontrakturen war der bei fast allen untersuchten Spastikern nachweisbar Beckenschrägstand. Er war auf alle durchgeführten Operationen gleichmäßig verteilt und schwankte zwischen 0 und 4 cm, wobei das Mittel bei ungefähr 3 cm lag, die zu den tatsächlich vorhandenen Beinlängenun-

terschieden noch hinzukamen. Eine Neigung des Beckens nach ventral als Ausdruck der Kontrakturen der Hüftbeugemuskulatur und die damit verbundenene Hyperlordosierung fand sich bei 20 der 22 untersuchten Personen. Der Trendelenburg'sche Versuch ergab nach den unterschiedlichen Operationsverfahren aufgeteilt folgendes Bild (Tab. 3.16):

Tabelle 3.16: Prüfung der kleinen Glutaealmukulatur durch den Trendelenburg'schen Versuch unterschieden nach der durchgeführten Operation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Operation	pathologisch	nicht pathol.	fraglich	nicht prüfbar
DV	7	7	6	2
BO	3	-	-	2
ASO	1	-	-	3
Add.-OT	1	-	-	-

Obwohl es bei der Derotations-Varisierungs-Osteotomie aus operationstechnischen Gründen zu einer Entspannung der für den Halt des Beckens verantwortlichen kleinen Glutaealmuskulatur gekommen ist (siehe Punkt 7.2.3.1 a), ergibt sich nach durchschnittlich 14 Jahren post operationem im Vergleich zu den anderen Eingriffen das insgesamt günstigste Ergebnis. Der Beckenosteotomie, die postoperativ zu einer Verbesserung des Ansatzes der gleichen Muskelgruppe führt (siehe Punkt 7.2.3.2 d), ist es nach durchschnittlich 16 Jahren in keinem der vier Fälle gelungen das Abkippen des Beckens zu verhindern.

Nach Aussage der Eltern oder falls möglich der des spastisch Gelähmten bezeichneten von 11 Patienten 4 den Erfolg der Operation mit gut, 3 konnten keine Verbesserung erkennen und 4 gaben eine durch die Operation bedingte Verschlechterung ihres Leidens an. Weitere Patienten konnten sich nicht mehr

an den präoperativen Zustand erinnern, oder waren geistig nicht zu einem Vergleich in der Lage. Aus eingegangenen Briefen ging hervor, daß weitere zwei Personen den postoperativen Zustand als deutlich verschlechtert beurteilten, und aus diesem Grund ein Kommen abgelehnt hatten.

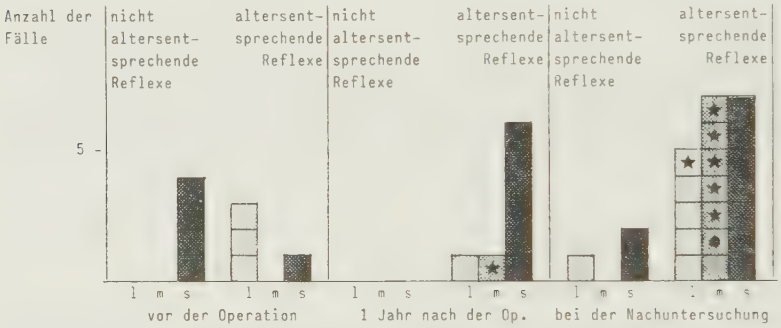
Schmerzen in der Leistengegend, die als präarthrotische Veränderungen der Hüfte gewertet werden können, wurden nur von einer einzigen Patientin angegeben, bei der vor 17 Jahren eine Beckenosteotomie in Verbindung mit einer Derotations-Varisierungs-Osteotomie durchgeführt worden war.

d) Veränderungen der Reflexe

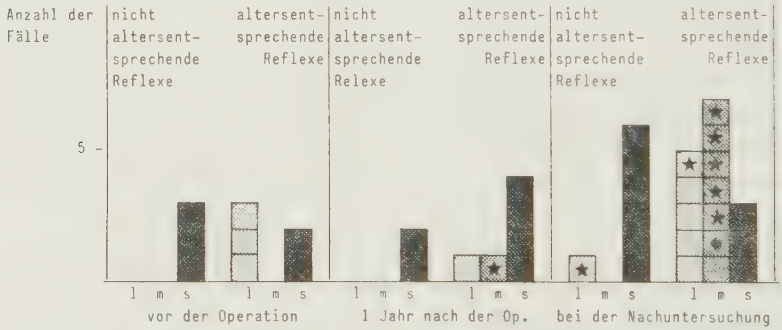
Ein weiter Fragenkomplex dieser Untersuchung war auch, in welchem Maß das Reflexgeschehen und die Koordination der Bewegungen sich im Anschluß an die Operationen verändert hätten. Da nicht von allen Patienten während ihrer Behandlung Reflexprüfungen durchgeführt worden waren, war ein Vergleich der absoluten Zahlen von pathologischen und physiologischen Reflexen nicht möglich. Aus diesem Grund ist allein das Verhältnis der unterschiedlichen Reflexantworten maßgebend. In Abbildung 3.17 a-c wurden die Stammhirnreflexe anhand des symmetrischen, tonischen Nackenreflexes (STNR), des asymmetrischen tonischen Nackenreflexes (ATNR) und des tonischen Labyrinthreflexes (TNR) untersucht. Zum Vergleich wurden, wie auch bei den noch folgenden Untersuchungen, stets Reflexe herangezogen die unmittelbar vor der Operation, ca. ein Jahr nach der Operation, und schließlich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung auslösbar waren.

Abb. 3.17: Abhängigkeit des Operationserfolges vom präoperativen Reflexstatus der Stammhirnreflexe. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●".)

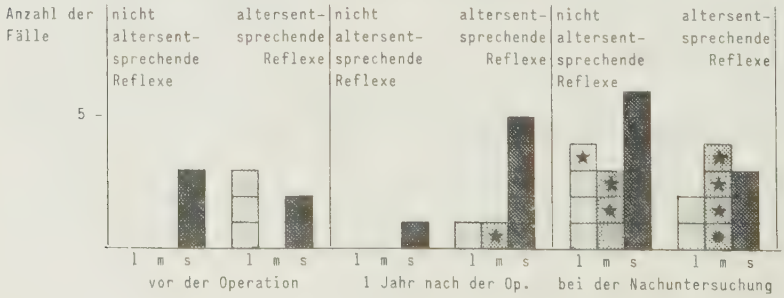
a) Entwicklungen beim Symmetrisch-Tonischen-Nackenreflex .



b) Entwicklungen beim Asymmetrisch-Tonischen-Nackenreflex.



c) Entwicklungen beim tonischen Nackenreflex.



Beim STNR wird deutlich, daß dieser Reflex mit dem Abstand zur Operation zunehmend an Bedeutung verliert. War das Verhältnis von physiologischen zu pathologischen Reaktionen präoperativ noch ungefähr ausgeglichen, so weisen jetzt nur noch 3 von 22 untersuchten cerebralparetischen jungen Erwachsenene eine positive Reaktion auf. Der Schweregrad der Behinderung ist bei dieser Entwicklung offenbar ohne Einfluß.

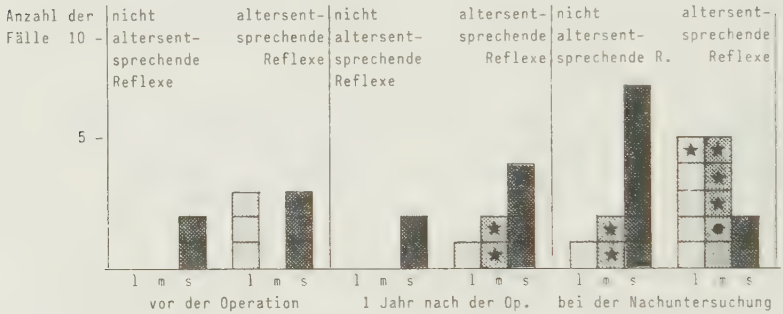
Beim ATNR scheinen sich nach der Operation keine Veränderungen ergeben zu haben. Auch bei diesem Reflex scheit der Schweregrad der Behinderung von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Beim TNR gewinnt man den Eindruck, daß ein Jahr postoperativ eine Besserung aufgetreten wäre. Bei der Nachuntersuchung hat sich das Verhältnis der Reaktionen jedoch wieder wieder dem präoperativen Zustand genähert. Diese scheinbare Entwicklung ist allerdings wohl eher auf die bei den vorausgegangenen Untersuchungen nicht angewendete Auslösung des TNR über das empfindlichere "Rectus-Phänomen" zurückzuführen. Eine tatsächliche Veschlechterung des neurologischen Befundes erscheint kaum wahrscheinlich, kann aber auch nicht ausgeschlossen werden. Soweit verfolgbar wurden operative Erfolge bei STNR und ATNR auch dann erzielt, wenn diese pathologischen Reaktionen noch auslösbar waren. Der TNR war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei den eindeutig erfolgreich operierten Fälle zur gleichen Zahl auslösbar als auch nicht auslösbar.

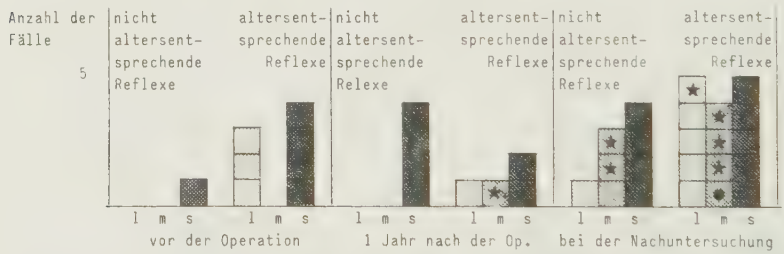
Ein Zusammenhang mit dem Schweregrad der Behinderung ist nur präoperativ zu erkennen, wobei die pathologischen Stammhirnreflexe nur bei Kindern mit schwerer Behinderung auslösbar sind. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hat sich die Verteilung von pathologischen zu physiologischen Reflexen beim ATNR im Vergleich zu früheren Untersuchungen kaum geändert.

Abb. 3.18: Abhängigkeit des Operationserfolges vom präoperativen Reflexstatus der Mittelhirnreflexe. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●".)

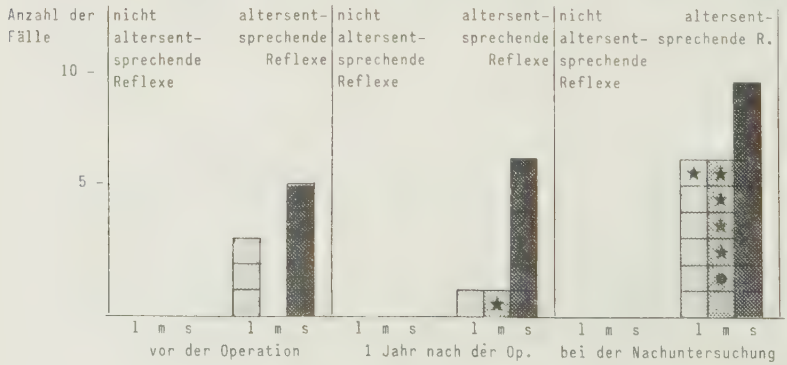
a) Entwicklungen beim Körper-Körper-Stell-Reflex.



b) Entwicklungen beim Amphibienreflex.



c) Entwicklungen bei der Aufziehreaktion.



Beim STNR ist in der größeren Hälfte der Fälle auch bei einer schweren Spastik die Reflexantwort physiologisch, beim TNR dagegen auch in Fällen einer nur leichten Behinderung pathologisch.

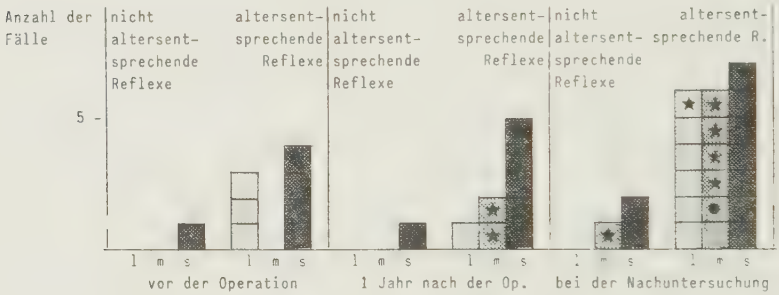
Ein ähnlich uneinheitliches Bild bieten auch die Mittelhirnreflexe, bei denen der Körper-Körper-Stell-Reflex, der Amphibien-Reflex und die Aufziehreaktion geprüft wurden (Abb. 3.18. a-c). Der Körper-Körper-Stell-Reflex hatte sich zur Nachuntersuchung anscheinend verschlechtert. In diesem Fall ist der Ermessensspielraum zur Bewertung des Reflexerfolges nicht so groß wie beim TNR, so daß hier tatsächlich eine leichte Verschlechterung eingetreten zu seien scheint. Die dieser Untersuchung zugrunde liegenden Daten sind aber leider zu unvollständig, um diese Entwicklung eindeutig bestätigen zu können.

Auch die Amphibien-Reaktion scheint sich postoperativ etwas verschlechtert zu haben. Da die Aufziehreaktion in Abbildung 3.18 c weder vor noch nach der Operation in keinem einzigen Fall nicht vorhanden war, scheidet sie als prognostisches Kriterium für den vermutlichen postoperativen Erfolg aus.

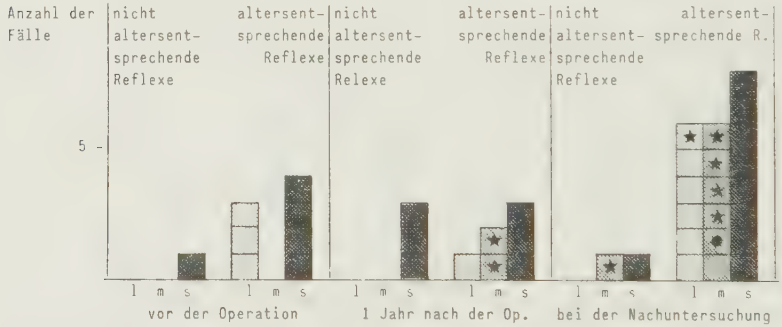
Die Beweglichkeit der cerebral geschädigten Patienten wird präoperativ gerne als Kriterium herangezogen, um zu entscheiden, ob anzustreben ist das Kind mit Hilfe der operativen Eingriffe zum Stehen zu bringen, oder ob man primär auf eine sitzende Position im Rollstuhl hinarbeiten soll. Rollen und robben war den meisten der Kinder auch schon vor der Operation möglich (Abb. 3.19 a und b). Mehr als die Hälfte der Patienten konnte aber trotz der präoperativen Fähigkeit zum rollen oder robben zu keinem größeren Erfolg gebracht werden.

Abb. 3.19: Abhängigkeit des Operationserfolges von der präoperativen Beweglichkeit. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit " ★ " gekennzeichnet, Verschlechterungen mit " ● ".)

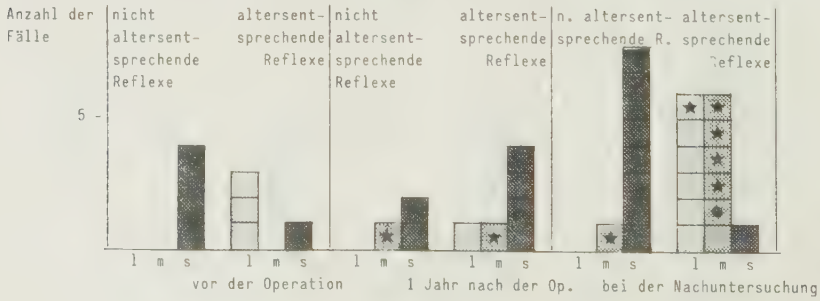
a) Veränderung der Fähigkeit des Rollens.



b) Veränderung der Fähigkeit des Robbens.



c) Veränderung der Fähigkeit des Sitzens.



Das freie Sitzen (Abb. 3.19 c) bereitete allen untersuchten Personen zu jedem Zeitpunkt erhebliche Probleme. Aber auch hier wurde bei einer Patientin mit einer bestehenden schweren Spastik ein deutlicher Erfolg erzielt, ohne daß sich diese selbstständig in einer sitzenden Position hätten halten können. Bei einem weiteren Fall einer schweren Behinderung war ein Sitzen präoperativ durchaus möglich; am Schweregrad der Spastik war postoperativ dennoch keine Verbesserung zu verzeichnen. Im Anschluß an die Operation war bei nur etwa einem Drittel der Kinder die frei sitzen konnten, ein Wechsel in eine günstigere Behinderungskategorie zu erzielt worden. Die restlichen zwei Drittel weisen dagegen trotz freien Sitzens keine Veränderung, und in einem Fall sogar eine Verschlechterung ihres Leidens auf. Zur Nachuntersuchung waren von den 6 Spastikern die im Anschluß an die Operation von einer schweren in eine mittelgradige (5 Fälle), oder von einer mittelgradigen in eine leichte (1 Fall) Form der Behinderung wechselten, 5 in der Lage frei zu sitzen. Allen Kindern, die auch schon präoperativ eine nur leichte spastische Behinderung aufwiesen, und bei denen aus diesem Grund kein Aufstieg in eine noch günstigere Gruppe mehr möglich war, bereitete das freie Sitzen keinerlei Schwierigkeiten.

3.2. Röntgenologische Untersuchungen

Zur Auswertung der Röntgenbilder wurden in der Regel Aufnahmen kurz vor der Operation, etwa ein Jahr nach der Operation zum Zeitpunkt der Materialentfernung, und anlässlich der Nachuntersuchung angefertigte Bilder herangezogen. Leider waren in manchen Fällen postoperativ nur noch Aufnahmen der operierten Hüfte angefertigt worden, wodurch eine lückenlose Beobachtung der nicht operierten Seiten nicht in jedem Fall möglich war.

Größere Probleme bereitete es auch, daß einige der Patienten bei der Nachuntersuchung nicht in der Lage waren die Oberschenkel bis 90° zu beugen oder bis 20° zu abduzieren, wie es für die Anfertigung einer Antetorsionsaufnahme nach Rippstein erforderlich ist. Damit trotzdem eine Vergleichbarkeit der damit nur projizierten Werte gegeben ist, setzen sich manche Abbildungen ausschließlich aus projizierten Schenkelhals-Schaft-Winkeln zusammen, auch wenn reelle Werte vorhanden wären. Dies ist dann aber in jedem Fall ausdrücklich vermerkt.

Bei der Auswertung wurden zur besseren Vergleichbarkeit und zur Eliminierung altersbedingter Veränderungen alle erfassten Daten, soweit dies möglich war, nach den Vorschlägen der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (DGOT) in Kategorien von 1 (normal) bis 4 (extrem pathologisch) eingeteilt. Die Tabellen und Erläuterungen zu den einzelnen gemessenen Winkeln und Indices finden sich unter den Punkten 6.2 bis 6.4.

3.2.1. Veränderungen des Schenkelhalses

Am Schenkelhals wurden bei der röntgenologischen Auswertung der Schenkelhals-Schaft-Winkel (CCD-Winkel), der Antetorsions-Winkel (AT-Winkel), sowie der Kopf-Epiphysen-Winkel (KE-Winkel) gemessen. Zusätzlich wurde aus Epiphysenhöhe und Epiphysenbreite der Epiphysen-Index bestimmt.

a) Der Schenkelhals-Schaft- und Antetorsions-Winkel

In den Abbildungen 3.20 a und b sind sind die reellen Werte des CCD- und des AT-Winkels dargestellt. Nach der Klassifizierung der DGOT zeigt sich deutlich, daß der CCD-Winkel auch schon präoperativ ganz überwiegend normale Werte aufweist. Der AT-Winkel befindet sich dagegen bei der meisten der spastisch gelähmten Kinder im Grad +3 (schwer pathologisch) und +4 (extrem pathologisch). Dies kommt auch postoperativ dadurch zum Ausdruck, daß sich die Verteilung des CCD-Winkels nur geringfügig verändert hat, während der AT-Winkel jetzt einen Gipfel bei der extremen Retroversion (Grad -4) hat. Diese Retrotorsion ist allerdings häufig beabsichtigt um die postoperativ einsetzende Retorquierung zu kompensieren.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung scheint sich an der Verteilung des CCD-Winkels keine größere Veränderung mehr vollzogen zu haben. Die Abnahme der Zahl der reellen Werte weist jedoch darauf hin, daß die Beweglichkeit der Hüften bei fast der Hälfte der untersuchten Cerebralparetikern seit der Operation deutlich nachgelassen hat. Bei den noch verfügbaren Antetorsionswerten, die aber schon allein durch ihre Verfügbarkeit eine positive Auswahl darstellen, befindet sich die größte Gruppe jetzt wieder im Bereich 1 (normal bis fraglich pathologisch). Die Häufung im Bereich +3 ist durch Zuwanderung aus den Bereichen 1 und +2 (leicht pathologisch) her-

Abb. 3.20 a und b: Verteilung von reellen CCD- und AT-Winkel der am Schenkelhals operierten Seiten vor der Operation, nach der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. (Zusätzlich eingefügte projizierte Werte sind durch "□" kenntlich gemacht)

a) Veränderungen beim CCD-Winkel

b) Veränderungen beim AT-Winkel

vorgegangen. Eine große Gruppe besteht aber noch immer im Bereich der extremen Retrotorsion, deren scheinbare Abnahme zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wahrscheinlich aber nicht auf eine Besserung der Torquierung, sondern auf die mittlerweile bei manchen Patienten unmöglich gewordene Fertigung einer Antetorsionsaufnahme zurückzuführen seien dürfte. Da sich die Personen dieser Gruppe in Abbildung 3.2o alle mit ihren projizierten CCD-Werten sowohl ein Jahr postoperativ, wie auch zur Nachuntersuchung im Bereich -4 befinden, ist anzunehmen, daß diese extreme Retrotorsion seit der Operation unverändert bestehen blieb. Ein Vergleich der Abb. 3.20 a mit der Abb. 3.21 zeigt auch, zu welchen Fehleinschätzungen der tatsächlichen Winkel der Verzicht auf eine Antetorsionsaufnahme führt. In Tabelle 3.22 sind die Veränderungen von CCD- und AT-Winkel in Zahlen angegeben.

Abb. 3.21: Verteilung des projizierten CCD-Winkels der am Schenkelhals operierten Seiten vor der Operation, nach der Operation und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

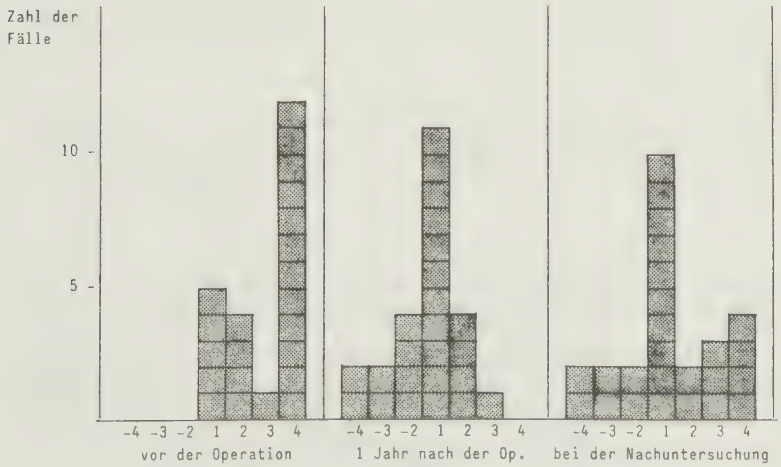


Tabelle 3.22: Reelle CCD- und AT-Winkel der am Schenkelhals operierten Hüften in Grad mit einfacher Standardabweichung

	Prä-Op	Post-Op	nach 14+/-4 Jahren
reeller CCD-W.	133+/-9	126+/-14	128+/-17
reeller AT-W.	60+/-13	13+/-21	13+/-21

Auch hier kommt zum Ausdruck, daß der CCD-Winkel operativ kaum korrigiert werden mußte, die Antetorsion dagegen stark. Während sich der Schenkelhals im Verlauf von durchschnittlich 14 Jahren wieder leicht aufrichtete, kam es bei der Antetorsion postoperativ in der gleichen Zeit scheinbar zu keiner weiteren Veränderung mehr. An den nicht operierten Schenkelhälsen (Tabelle 3.23), die präoperativ sogar noch etwas steiler standen als die der operierten Seiten, vollzog sich beim CCD-Winkel eine dem zunehmenden Alter entsprechende Verkleinerung.

Tabelle 3.23: Reelle CCD- und AT-Winkel der nicht am Schenkelhals operierten Hüften in Grad mit einfacher Standardabweichung

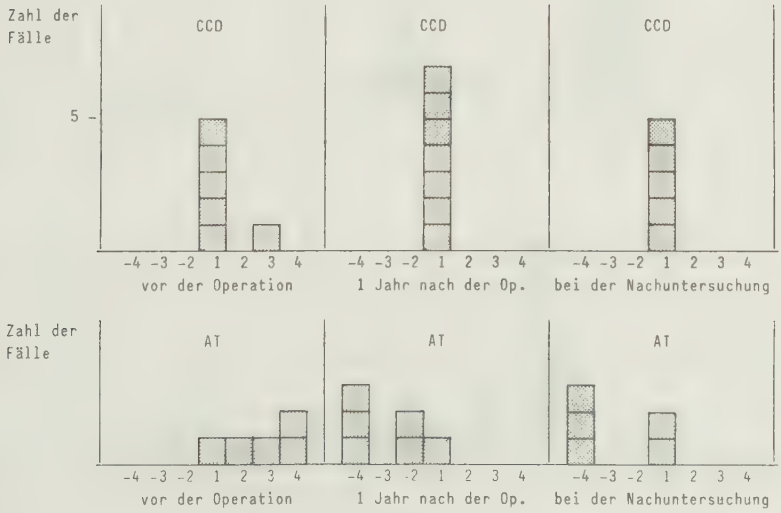
	Prä-Op	Post-Op	nach 14+/-4 Jahren
reeller CCD-W.	135+/-10	-	126+/-5
reeller AT-W.	59+/-17	-	44+/-17

Auch der AT-Winkel nahm in den vergangenen 14 Jahren, genau dem physiologischen Verlauf entsprechend, um durchschittlich 15° ab. Diese Abnahme geht allerdings von dem extrem pathologischen Ausganspunkt aus, so daß hier, trotz jetzt niedrigerer Werte, immer noch schwer bis extrem pathologische Verhältnisse vorliegen.

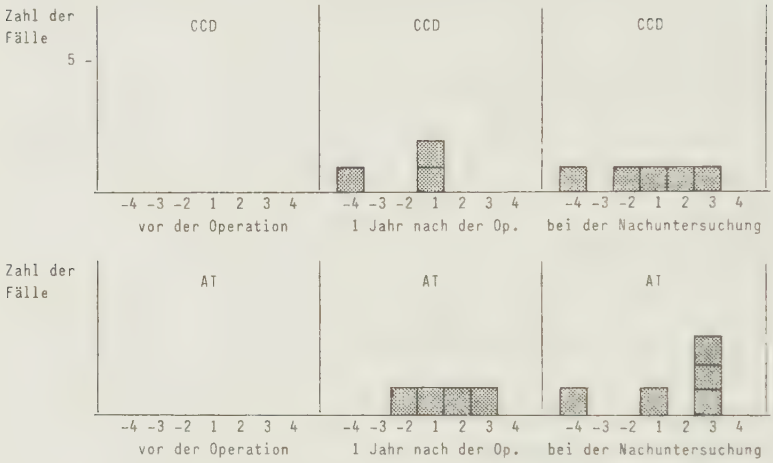
Unterteilt man die reellen Schenkelhalswerte der operierten Hüften nach dem Ausmaß der Behinderung, wie dies in den Abbildungen 3.24 a und b geschehen ist, so ist zu entnehmen, daß sich bei den leichten Behinderungen postoperativ keine Veränderungen des Schenkelhalsschaft-Winkels mehr ergeben haben und sich alle Werte im Normalbereich befinden. Auch die reellen Antetorsionswerte der operierten Seiten haben sich in der gleichen Behinderungsgruppe postoperativ gering verändert; die operativ erreichte extreme Retrotorsion bieb hier bestehen, die leicht pathologischen Retrotorsionen entwickelten sich dagegen zu normalen Verhältnissen weiter. In der Gruppe mittelgradiger Behinderungen ist es beim CCD-Winkel postoperativ zu einer uneinheitlichen Entwicklung gekommen, so daß von den fünf Fällen dieser Gruppe fast alle Bereiche der Skala abgedeckt werden.

Abb. 3.24 a bis c: Entwicklung der reellen CCD- und AT-Winkel der am Schenkelhals operierten Seiten nach dem Ausmaß der Behinderung

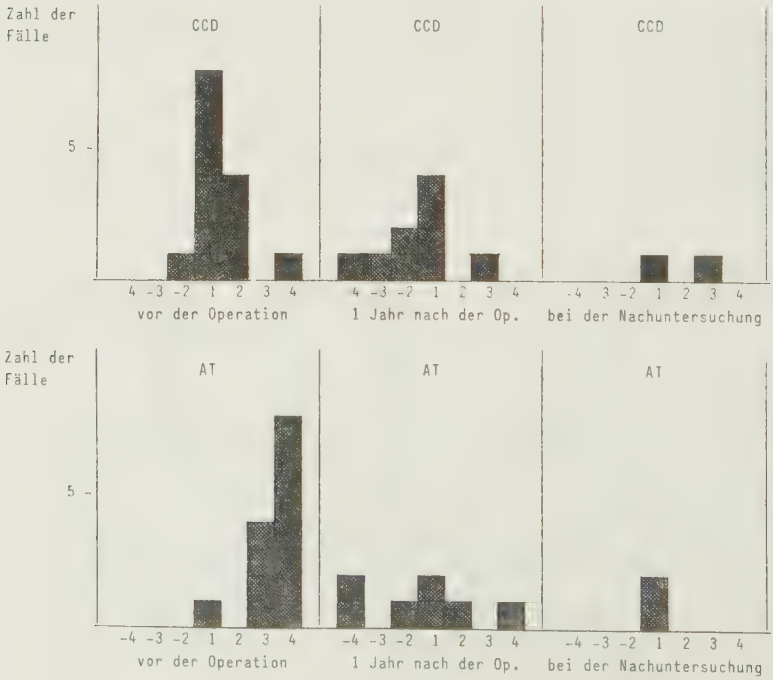
a) Entwicklung bei leichter Behinderung



b) Entwicklung bei mittelgradiger Behinderung



c) Entwicklung bei schwerer Behinderung



Bei der Antetorsion ist in dieser Gruppe eine starke Retorquierung zu verzeichnen. Leider ist die langfristige postoperative Entwicklung in der Gruppe der schweren Behinderungen nicht nachvollziehbar, da in diesen Fällen wegen der verlorengegangenen Fähigkeit ausreichend zu flektieren und zu abduzieren keine reellen Werte mehr bestimmbar waren.

Um dennoch eventuell vorhandenene allgemeine Entwicklungen zu erkennen, wurden für Abbildung 3.25 nur projizierte Werte zur Grundlage genommen. Da die Antetorsion operativ meist auf 0° reduziert wurde, entsprechen sich zumindest zu diesem Zeitpunkt die reellen und die projizierten Werte. Erwartungsgemäß steigen die Geraden bei den schweren Behinderungen, bei denen es durch die Unfähigkeit zu Gehen zu keiner Belastung des Schenkelhalses kommen konnte, etwas steiler an als bei den leichten und mittleren Behinderungen. Da es sich um projizierte Werte handelt, muß leider offen bleiben ob es sich bei dieser Entwicklung um eine Revalgisierung oder um eine Retorquierung handelt. Die Unterschiede in der Steigung der Geraden sind allerdings nicht sehr groß, wie auch durch die Ausgleichsgeraden in Abbildung 3.26 bestätigt wird. Man erkennt, daß sich leichte, mittelgradige und schwere Behinderung postoperativ fast gleich verhalten und insgesamt eine leicht steigende Tendenz zeigen. Bei der leichten spastischen Lähmung ist die zu beobachtende Wiederaufrichtung oder Retorquierung allerdings etwas geringer, und kann wohl mit der Belastung des Schenkelhalses durch das Stehen erklärt werden.

Es fällt auf, daß oberhalb einer Grenze des postoperativen CCD-Winkels von 125° die Steigungstendenz deutlicher zu seien scheint als im Bereich von unter 125°, in dem nur noch geringe Veränderungen stattfinden. Um dies näher zu untersuchen wurde in Abbildung 3.27 unabhängig vom Ausmaß der Behinderung nur noch danach unterschieden, ob der postoperativ meßbare CCD-Winkel über oder unter der willkürlichen gesetz-

Abb. 3.25: Projizierte CCD-Winkel der am Schenkelhals operierten Personen unterschieden nach dem Schweregrad der Behinderung (⊙ = leicht, ★ = mittelgradig, ● = schwer).

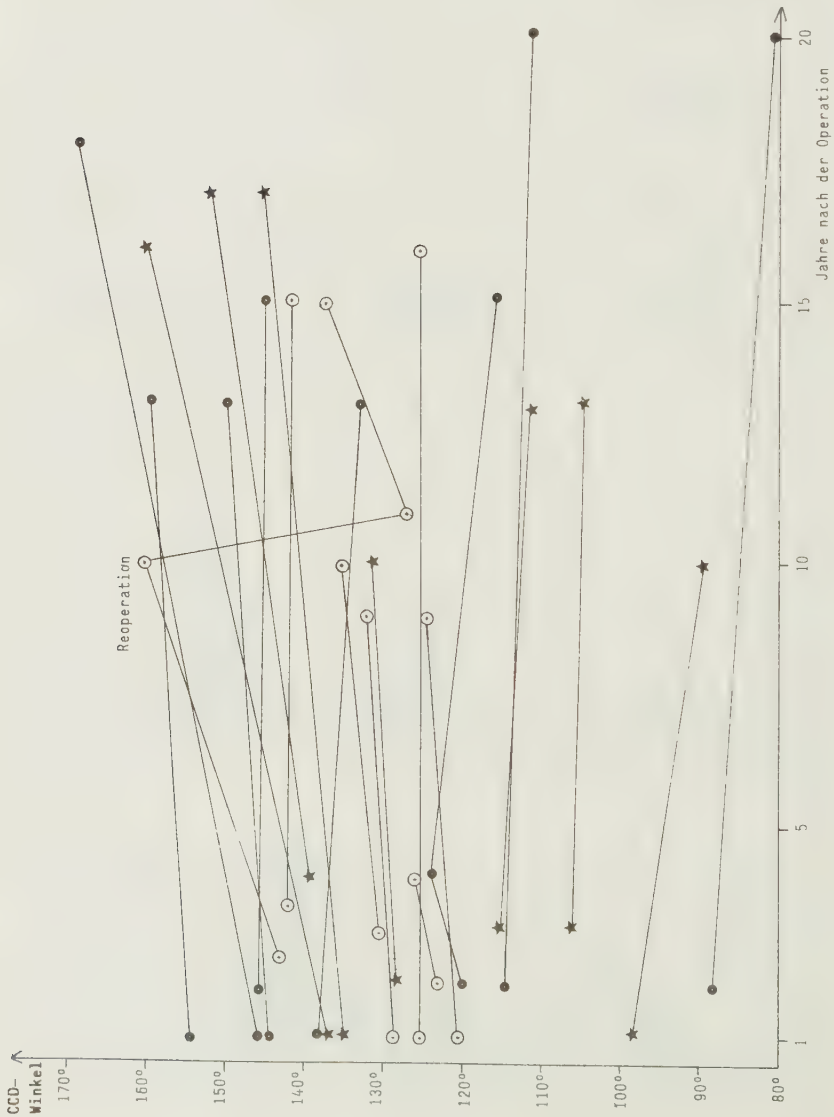


Abb. 3.26: Mittlere Steigungen der projizierten CCD-Winkel der operierten Seiten unterschieden nach dem Schweregrad der Behinderung

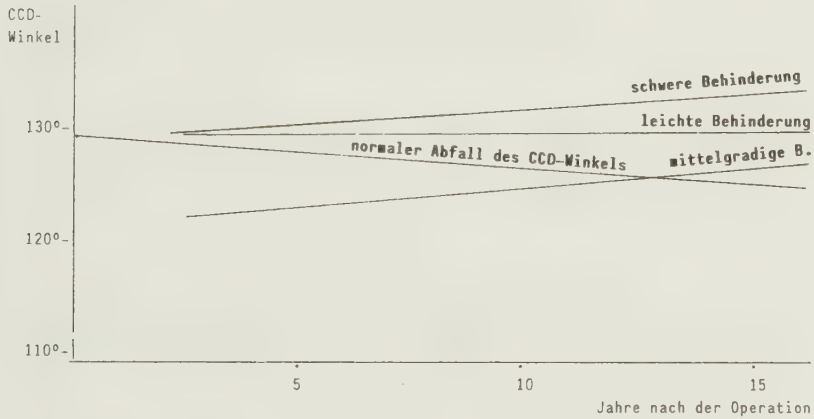
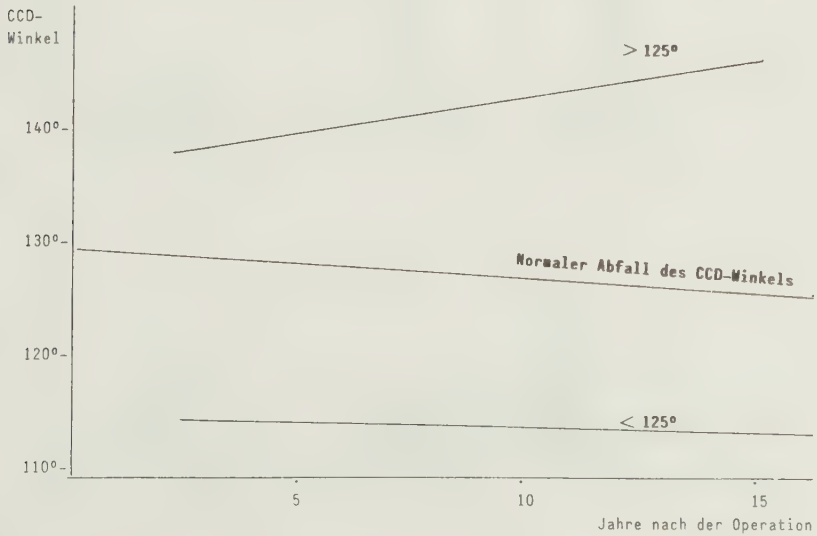


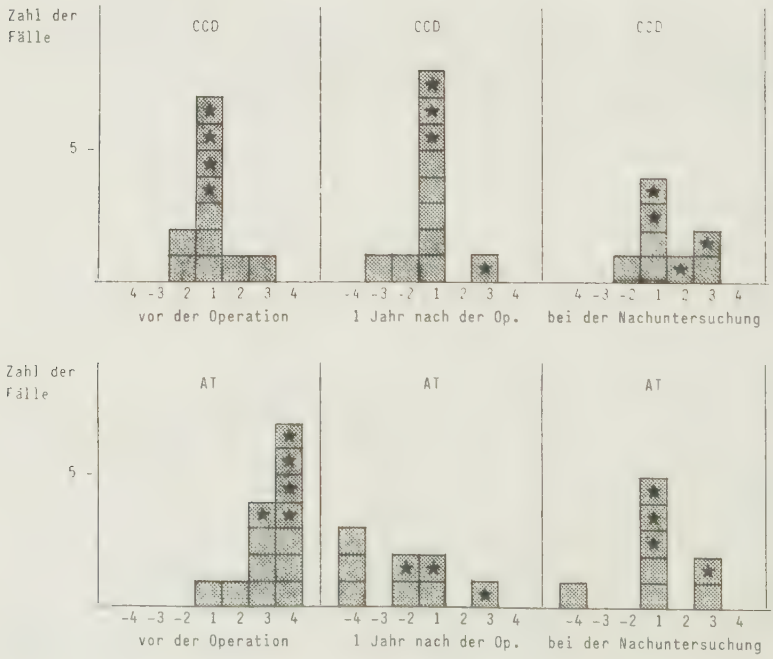
Abb. 3.27: Mittlere Steigungen der projizierten CCD-Winkel der operierten Seiten unterschieden nach einer post-operativen Stellung von über bzw. unter 125°



ten Grenze von 125° lag. Man ersieht daraus, daß nach einer operativen Verringerung des Schenkelhalswinkels von über 125° wieder ein leichtes Ansteigen der Geraden zu verzeichnen ist, während bei einer Varisierung von unter 125° eine leicht fallende Tendenz, die annähernd dem physiologischen Verlauf entspricht, erkennbar wird.

In Abbildung 3.28 wurde die Entwicklung von CCD- und AT-Winkel nur danach getrennt, ob die Operation den Patienten einen Wechsel in eine günstigere Gruppe der Behinderung ermöglicht hatte oder nicht.

Abb. 3.28: Entwicklung von CCD- und AT-Winkel der operierten Hüften getrennt nach dem Erfolg der Operation (Erfolgreiche Operationen sind mit "★" gekennzeichnet)



Aus der Tatsache, daß sowohl prä- als auch postoperativ bei den erfolgreich verlaufenen Fällen noch extrem pathologische Verhältnisse des Schenkelhalses vorliegen, und deren ähnlicher Verteilung wie in der Gruppe der nicht erfolgreichen Fälle, muß man den Schluß ziehen, daß kein deutlicher Zusammenhang zwischen klinischem und röntgenologischem Ergebnis besteht.

Ein regelmäßig bei knöchernen Operationen des Schenkelhalses anzutreffendes Problem ist die resultierende Beinverkürzung. Da eine Operation der Gegenseite zum Ausgleich dieses Längenunterschiedes nicht immer durchgeführt wird, ist in den Tab. 3.29 a und b die verschiedene Entwicklung des reelen CCD- und des AT-Winkels in Folge dieser künstlichen Asymmetrie dargestellt. Auch wenn nur wenige Werte als Grundlage dienen konnten, so kann man doch erkennen, daß unabhängig davon, ob ein- oder beidseitig operiert wurde, die postoperativen Differenzen beider Seiten nur geringe Unterschiede aufweisen. Bezieht man um höhere Fallzahlen zu erhalten auch die projizierten Schenkelhalswinkel als Maß für die gemeinsamen Veränderungen von CCD- und AT-Winkel mit ein (Abb. 3.29 c), so erkennt man daß die durch einseitige Operationen entstandenen Asymmetrien sich im Laufe der Zeit wieder angenähert haben. Bei zweiseitigen Operationen ist der Unterschied zwischen beiden Seiten unmittelbar nach dem Eingriff zwar zunächst geringer, erhöht sich aber mit den Jahren wieder, so daß zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung die geringeren Asymmetrien in der nur einseitig operierten Gruppe bestanden.

Tabelle 3.29: Veränderungen von delta-CCD- und delta-AT-Winkel der am Schenkelhals operierten Spastiker unterschieden nach ein- und beidseitigen Operationen

a) Reeller delta-CCD-Winkel

	prä-Op	post-Op	14+/-4 Jahre post-Op
einseitige Op	4+/-3 n=8	14+/-13 n=2	8+/-10 n=5
beidseitige Op	8+/-8 n=7	7 n=1	19+/-18 n=3

b) Reeller delta-AT-Winkel

	prä-Op	post-Op	14+/-4 Jahre post-Op
einseitige Op	9+/-8 n=8	39+/-20 n=9	26+/-8 n=5
beidseitige Op	11+/-8 n=6	36+/-23 n=5	35 n=1

c) Projizierter delta-CCD-Winkel

	prä-Op	post-Op	14+/-4 Jahre post-Op
einseitige Op	7+/-6 n=16	22+/-15 n=10	13+/-12 n=12
beidseitige Op	10+/-10 n=6	16+/-10 n=6	18+/-15 n=6

b) Der Kopf-Epiphysen-Winkel

Da der Kopf-Epiphysen-Winkel (KE-Winkel) immer senkrecht zur resultierenden Richtung der Belastung steht (siehe Punkt 6.2 c), muß er bei Personen mit Coxa valga, sofern diese überhaupt das Hüftgelenk belasten können, immer pathologisch zu klein sein. Aus Abbildung 3.30 geht hervor, daß dies im allgemeinen auch zutrifft. Daß die überwiegende Zahl der KE-

Winkel noch im Normalbereich zu finden ist, läßt sich mit der Tatsache in Einklang bringen, daß bei der Cerebralparese in erster Linie der AT-, und nicht der CCD-Winkel in pathologischen Bereichen liegt. Auch daß nach der Operation der KE-Winkel nicht schlagartig seine Werte ändert ist Indiz dafür, daß der Winkel des Schenkelhalses zum Schaft kaum der Korrektur bedurfte. Die mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur Operation wieder zu beobachtende Vergrößerung des Kopfepiphysenwinkels scheint Ausdruck seiner Wiederangleichung in die senkrechte Orientierung zur resultierenden Druckbelastung zu sein. Auch die Zahlen der Tabelle 3.31 zeigten im Vergleich der operierten zur nicht operierten Seite, daß postoperativ noch keine Veränderung des KE-Winkels auftrat, sondern diese erst mit zunehmendem Abstand zur Operation erfolgte.

Abb. 3.30: Abhängigkeit des KE-Winkels der operierten Hüften vom Schweregrad der Behinderung. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")

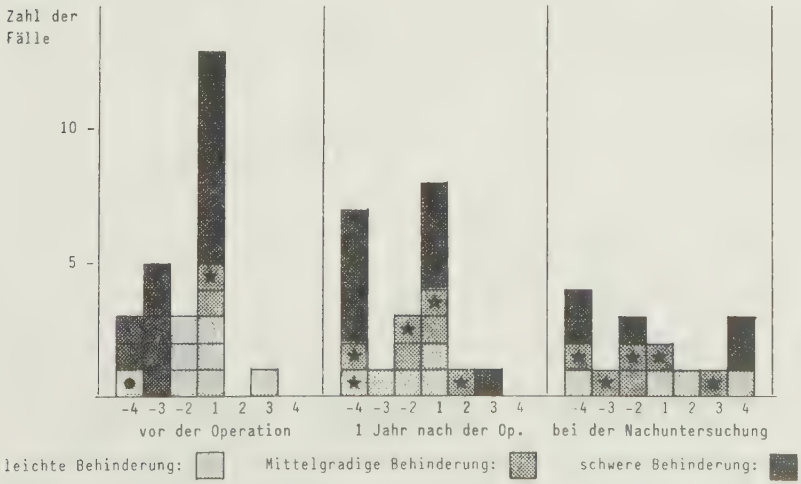
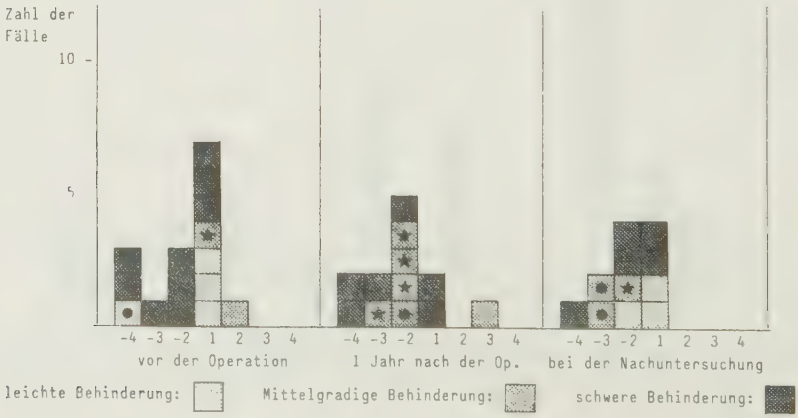


Tabelle 3.31: Durchschnittliche Werte des KE-Winkels in Grad mit einfacher Standardabweichung

	prä-Op	post-Op	14+/-4 Jahre post-Op
operierte Hüften	12+/-7	13+/-8	19+/-11
	n=24	n=18	n=13
nicht op. Hüften	13+/-7	10+/-6	12+/-9
	n=16	n=10	n=10

Die Weiterentwicklung des KE-Winkels im Anschluß an eine Operation bei schon verknöcherter Epiphysenfuge war nicht zu untersuchen, da alle Patienten schon im Kindes- oder frühen Jugendalter operiert worden waren. Eine willkürlich gesetzte Altersgrenze von 10 Jahren zum Zeitpunkt der Operation zeigte keine Unterschiede in der Anpassung des KE-Winkels an die postoperativ veränderten Verhältnisse.

Abb. 3.32: Abhängigkeit des KE-Winkels der nicht operierten Hüften vom Schweregrad der Behinderung. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit " ★ " gekennzeichnet, Verschlechterungen mit " ● ")



Wie Abbildung 3.32 anhand der nicht operierten Hüften zeigt sind normale KE-Winkel sowohl bei leichten, als auch bei schweren Behinderungen möglich. Insgesamt gesehen sind jedoch an den nicht operierten Hüften, und präoperativ auch an den später operierten Hüften, normale Winkel etwas stärker an die leichten Behinderungen gebunden, während bei den schweren Formen der Spastik vermehrt zu kleine KE-Winkel zu finden sind. An den bereits operierten Hüftgelenken ist dieser leichte Zusammenhang nicht mehr zu erkennen. Aus der gleichen Abbildung geht auch hervor, daß der Erfolg einer Operation nicht einer der Wiederanpassung des KE-Winkels in Zusammenhang stand.Auch die Art des operativen Vorgehens (Abb. 3.33)läßt keinen unterschiedlichen Einfluß auf dessen weitere Entwicklung erkennen.

Abb. 3.33: Abhängigkeit des KE-Winkels der operierten Hüften von der Art der durchgeführten Operation. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit " ★ " gekennzeichnet, Verschlechterungen mit " ● ")

c Der Epiphysen-Index

Die letze gemessene Größe des Schenkelhalses war der Epiphysen-Index, dessen Werte in Tabelle 3.34 angegeben sind. Es ist daraus ersichtlich, daß der Epiphysenindex sowohl an den operierten, als auch an den nicht operierten Hüften mit der Zeit abgenommen hat, d.h. der Hüftkopf wurde im Verhältnis zu seiner Breite flacher. Unterschiede zwischen operierter und nicht operierter Seite bestehen praktisch nicht.

Tabelle 3.34: Durchschnittliche Werte des Epiphysen-Index mit einfacher Standardabweichung

	prä-Op	post-Op	14+/-4 Jahre post-Op
operierte Hüften	38+/-11 n=26	34+/-9 n=18	29+/-7 n=19
nicht op. Hüften	39+/-10 n=16	37+/-9 n=10	28+/-8 n=13

Aus Abbildung 3.35 und 3.36 kann man entnehmen, daß der Epiphysen-Index präoperativ meist noch im Normalbereich lag. Erst postoperativ traten extrem pathologische Befunde auf, dies aber auch an den nicht operierten Hüften. Der Zustand des Hüftkopfes scheint aber für einen erfolgreichen Verlauf der Behandlung nicht maßgeblich zu sein, da auch bei extremen Abflachungen Erfolge zu verzeichnen waren.

3.2.2 Veränderungen der Hüftpfanne

An der Hüftpfanne wurden bei sämtlichen Röntgenbildern der Pfanneneingangs-Winkel (PE-Winkel), der Acetabulum-Winkel (Ac-Winkel) und der Pfannenindex bestimmt, der sich aus Länge und Tiefe der Hüftpfanne errechnet.

Abb. 3.35: Abhängigkeit des Epiphysen-Index vom Ausmaß der Behinderung der mit Becken-Osteotomie oder Derotations-Varisierungs-Osteotomie operierten Hüften. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit " ★ " gekennzeichnet, Verschlechterungen mit " ● ")

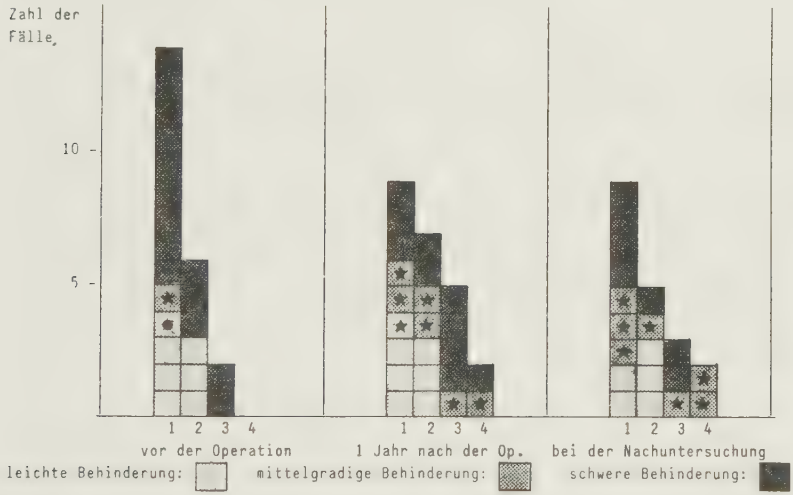
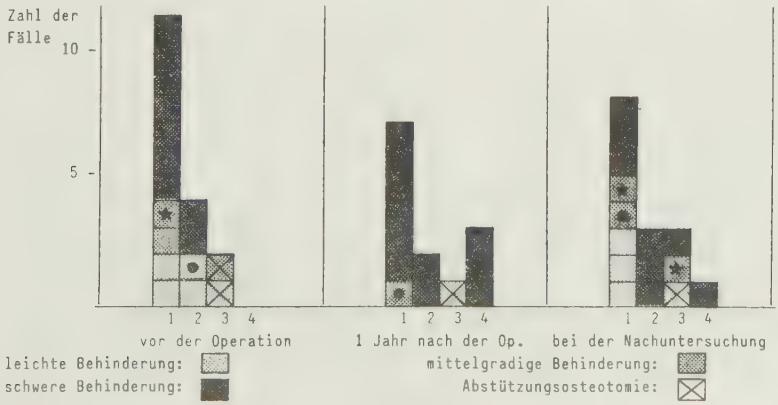


Abb. 3.36: Abhängigkeit des Epiphysen-Index vom Ausmaß der Behinderung der nicht, oder mit einer Abstützungsosteotomie operierten Hüften.



a) Der Pfanneneingangswinkel

Ein Überblick über die Entwicklung des Pfanneneingangs-Winkels getrennt nach den durchgeführten Operationen wird in Tabelle 3.37.

Tabelle 3.37: Der PE-Winkel in Abhängigkeit der Operationsmethode mit einfacher Standardabweichung in Grad.

a) operierte Hüften

Operation	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
DV	50+/-6	48+/-5	46+/-5 (14+/-4)
BO	54+/-4	47+/-5	50+/-5 (16+/-2)
ASO	51+/-6	50+/-2	52+/-2 (4+/-2)

b) nicht operierte Hüften

	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
nicht op. Hüften	49+/-5	44+/-4	45+/-4 (13+/-6)
Normaler Verlauf	46	44	40

Daraus ist ersichtlich, daß der PE-Winkel an allen operierten Hüften deutlich erhöht war. Weiterhin zeigt sich aus den extremem Werten die Indikation für die Beckenosteotomie auf. Im Anschluß an die Derotations-Varisierungs-Osteotomie ist eine kontinuierliche Verbesserung der Pfannenneigung festzustellen, die in ihrem Verlauf ungefähr der Normalentwicklung auf einem höheren Niveau entspricht. Die durch die Beckenosteotomie postoperativ deutlich günstigere Stellung der Pfanne ist im Verlauf der 16 Jahre wieder verlorengegangen, steht aber jetzt trotzdem immer noch etwas weniger steil als vor dem Eingriff. Im Anschluß an die Abstützungsosteotomie sind keine deutlichen Veränderungen der Eingangsebene zu bemerken.

Teilt man die ermittelten PE-Werte nach den Vorschlägen der DGOT ein (Abb. 3.38), so zeigt sich hier, daß im Vergleich zum präoperativen Zustand auch bei der Derotations-Varisierungsosteotmie eine deutliche Verbesserung stattgefunden hat. Zum wesentlichsten Teil sind diese Verbesserungen auf die Ergebnisse der Beckenosteotomie zurückzuführen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung haben sich aber gerade deren positiven Frühergebnisse wieder stark verschlechtert. Auch die PE-Winkel bei den Abstützungs-Osteotomien liegen jetzt alle im extrem pathologischen Bereich, was aber für den Halt des Hüftkopfes keine Rolle spielt, da er sich auch nicht mehr in der Pfanne befinden soll. Bei der Derotations-Varisierungs-Osteotomie hat sich die schon ein Jahr postoperativ eingetretene günstige Entwicklung des PE-Winkels gehalten, eine weitere Verbesserung war kaum mehr zu erreichen. Auch an den nicht operierten Hüften (Abb. 3.39) hat sich der Pfanneneingangswinkel weiter verringert.

Abb. 3.38: Beeinflussung des PE-Winkels der operierten Hüften durch die Art der Operation

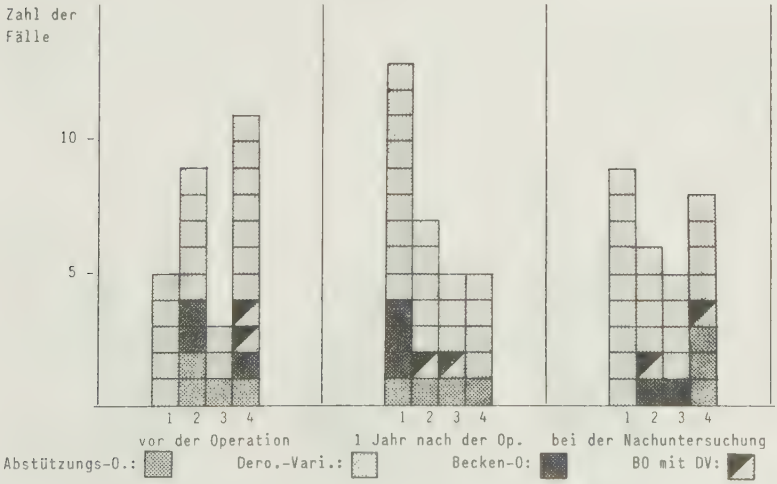
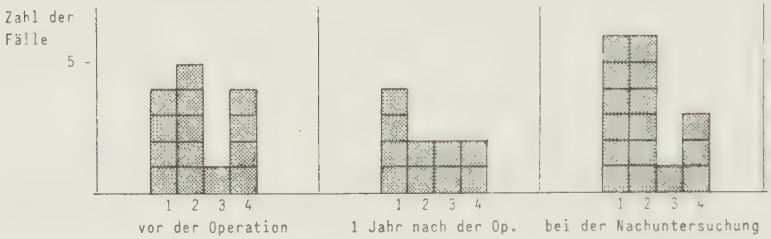
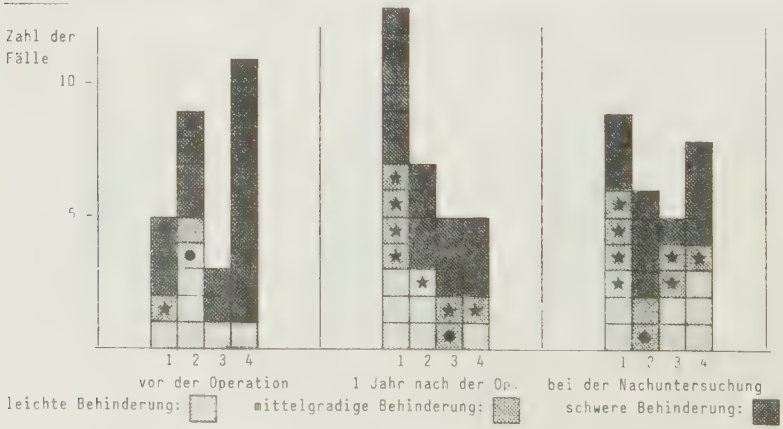


Abb. 3.39: Entwicklung des PE-Winkels der nicht operierten Hüften nach der Operation der Gegenseite



Betrachtet man den PE-Winkel in seiner Abhängigkeit zum Schweregrad der Behinderung und zum Erfolg der Operation (Abb 3.40), so wird deutlich, daß sowohl extreme Steilstellungen der Pfanne bei leichter Behinderung, als auch normale Pfanneneingangswinkel bei einer schweren Form der Behinderungen unabhängig voneinander vorkommen können. Auch ein Aufstieg in einen leichteren Schweregrad der Behinderung steht mit dem PE-Winkel in keinem Zusammenhang.

Abb. 3.40: Abhängigkeit des PE-Winkels vom Ausmaß der Behinderung (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")



b) Der Acetabulum-Winkel

Von der Entwicklung des PE-Winkels nicht zu trennen ist der Acetabulum-Winkel (AC-Winkel), über dessen Werte Tabelle 3.41 Auskunft gibt.

Tabelle 3.41: Der Ac-Winkel in Abhängigkeit der Operationsmethode mit einfacher Standardabweichung in Grad.

a) operierte Hüften

Operation	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
DV	19+/-12	15+/-10	14+/-8 (14+/-4)
BO	33+/-3	25+/-11	32+/-15 (16+/-2)
ASO	34+/-12	31+/-9	41+/-10 (4+/-2)

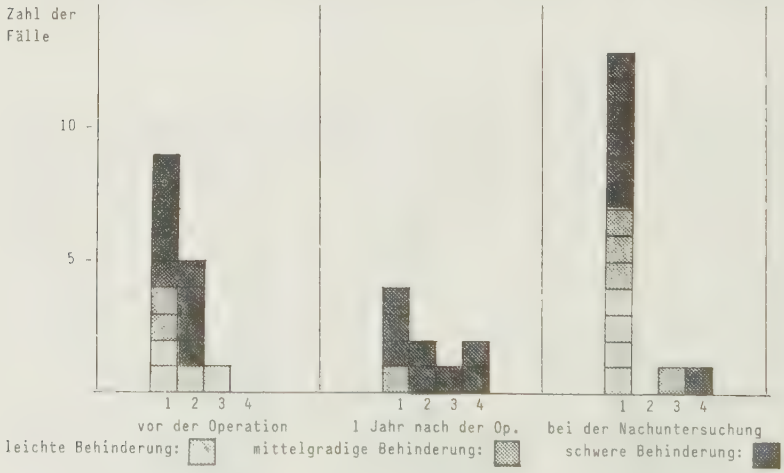
b) nicht operierte Hüften

	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
nicht op. Hüfte	15+/-7	20+/-17	13+/-12 (13+/-6)
Normaler Verlauf	15	10	kleiner 10

Die Derotations-Varisierungs-Osteotomie wurde demnach nur angewandt, wenn sich der Ac-Winkel noch im oberen Normbereich befand. Im Anschluß an eine solche Operation kam es dann zu einer weiteren Senkung des Pfannendaches, und damit zu einem verbesserten Widerlager für den Hüftkopf. Noch deutlicher als beim Pfanneneingangswinkel zeigt sich auch hier die Indikation für die BO und die ASO, die nur bei extrem steilen Pfannendächern Anwendung fanden in denen der Hüftkopf keinen Halt mehr gefunden hätte. Die Erfolge der Beckenosteotomie sind bezüglich des Ac-Winkels aber nur von nicht anhaltender Natur, da der ursprüngliche Zustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung fast wieder erreicht worden ist.

An den nicht operierten Hüften (Abb. 3.42) verschlechterte sich die Abstützung des Hüftkopfes zunächst deutlich, hatte sich aber zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wieder so weit gebessert, daß fast alle Ac-Winkel wieder im Normalbereich lagen. Diese Besserung des Hüftdaches war bei allen Schweregraden der Spastik zu finden, und damit auch sowohl bei durch Stehen belasteten, als auch bei unbelasteten Hüftdächern. Die Senkung des Hüftdaches scheint damit nicht wesentlich durch Einflüsse von Außen verursacht zu sein. Jedoch sind, wie aus Tabelle 3.41 hervorging, die Standardabweichungen an den nicht operierten Hüften beträchtlich, was Hinweis darauf ist, daß in einigen Fällen, trotz der allgemeinen Absenkung des Hüftdaches, doch noch extrem pathologische Ac-Winkel erhalten blieben.

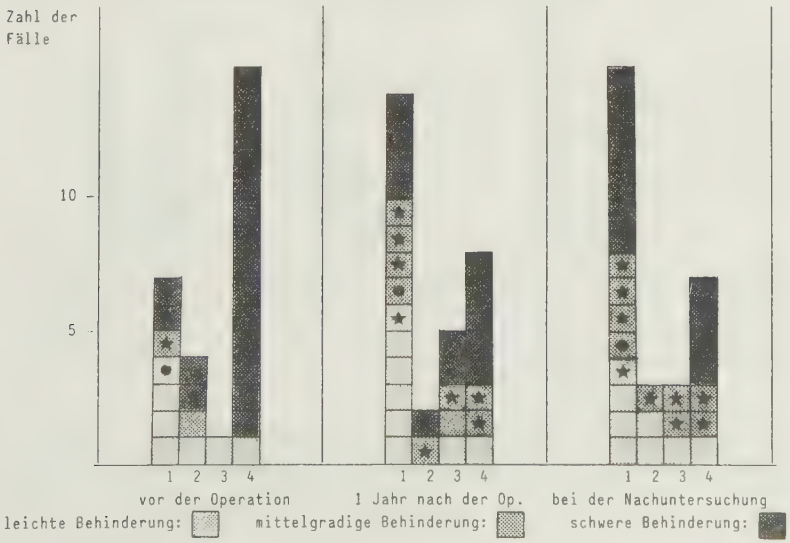
Abb. 3.42: Entwicklung des Acetabulum-Winkels der nicht operierten Hüften in Abhängigkeit vom Ausmaß der Behinderung



An den Hüften der operierten Seiten (Abb. 3.43) ist präoperativ ein deutliches Übergewicht der extrem pathologischen Ac-Winkel festzustellen. Dieses Verhältnis kehrt sich post-

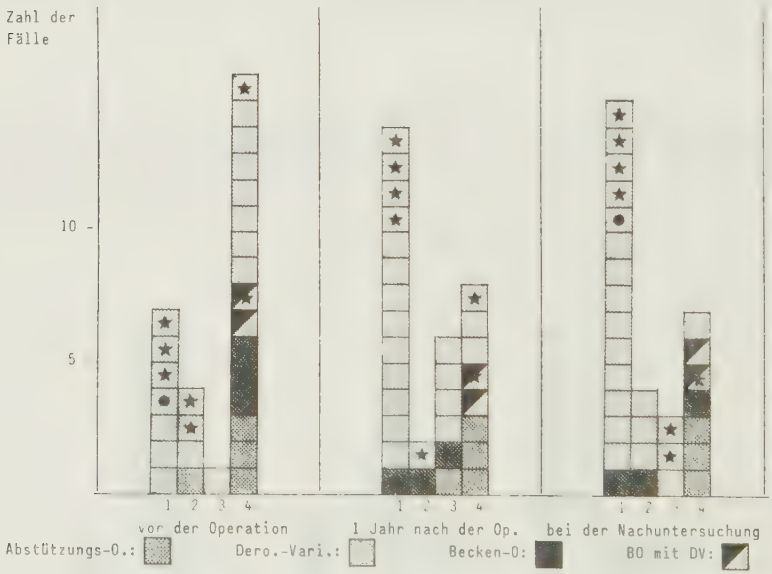
operativ um, so daß schon ungefähr ein Jahr nach den Operationen die meisten Hüftdächer wieder im Normalbereich zu liegen kamen und sich bei einer weiteren leichten Verbesserung auch dort halten können. Die extrem steilen Hüftdächer sind hier besonders in der Gruppe der schweren Behinderungen zu finden, während die leichten Behinderungen in der überwiegenden Zahl der Fälle auch normale Ac-Winkel aufweisen. Postoperativ verteilen sich die Schweregrade der Behinderung relativ gleichmäßig auf der Skala der möglichen Ac-Winkel. Es fällt besonders in der Gruppe der schweren Behinderungen auf, daß es gerade hier zu einer bleibenden Besserung kommen konnte, ohne daß die Patienten zum Stehen kamen. Wie sich aus der gleichen Abbildung ergibt, steht der erfolgreiche Verlauf einer Behandlung mit dem Winkel des Hüftdaches in keinem Zusammenhang.

Abb. 3.43: Entwicklung des Acetabulum-Winkels der operierten Hüften in Abhängigkeit vom Ausmaß der Behinderung (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")



Aus Abbildung 3.44 geht hervor, daß die Normalisierung des Hüftdaches zum großen Teil auf die Derotations-Varisierungs-Osteotomie zurückgeht, deren Erfolge von den zur Anwendung gekommenen Operationsmethoden auch die dauerhaftesten sind. Bei der Beckenosteotomie blieben die postoperativ erhaltenen Ac-Winkel im Gegensatz zu den PE-Winkeln auch noch nach 16 Jahren erhalten, wenn auch die Operation unmittelbar postoperativ hier keine so einheitliche Besserung erbringen konnte, wie bei dem Pfanneneingangswinkel.

Abb. 3.44: Beeinflussung des Acetabulum-Winkels der operierten Hüften durch die Art der Operation



c) Der Pfannen-Index

Die postoperative Entwicklung des Pfannen-Index ist in Tabelle 3.45 a dargestellt. Aus ihr geht hervor, daß bei allen untersuchten cerebralparetischen Personen der

Pfannen-Index präoperativ deutlich zu niedrig war. Da der Normalwert für ein 8-jähriges Kind bei ungefähr 50 läge (Tab. 3.45 b), hat die Pfanne der Patienten an denen eine Derotations-Varisierungs-Osteotomie vorgenommen wurde nur etwa die Hälfte der normalen Tiefe. Kamen eine Beckenosteotomie oder eine Abstützungsosteotomie zur Anwendung, waren die Pfannen präoperativ sogar noch flacher.

In der Folge einer Operation des proximalen Femurendes veränderte sich das Verhältnis von Pfannentiefe zu Pfannenlänge nicht weiter. Die Beckenosteotomie konnte eine zeitweilige Vertiefung der Pfanne erreichen, diese war aber zur Nachuntersuchung nach ca. 16 Jahren wieder fast auf dem präoperativen Niveau. Auch an den nicht operierten Seiten (Tab. 3.45 b) haben sich am Pfannen-Index keine wesentlichen Veränderungen vollzogen. Er ist aber auch hier im Vergleich zu den Normalwerten immer noch deutlich zu niedrig.

Tabelle 3.45: Der Pfannen-Index in Abhängigkeit der Operationsmethode mit einfacher Standardabweichung

a) operierte Hüften

Operation	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
DV	25+/-7	26+/-5	25+/-6 (14+/-4)
BO	17+/-2	23+/-8	19+/-8 (16+/-2)
ASO	16+/-6	16+/-5	15+/-6 (4+/-2)

b) nicht operierte Hüften

	prä-op	post-op	Jahre post-op
nicht op. Hüfte	30+/-5	25+/-7	29+/-7 (13+/-6)
Normaler Verlauf	50	50	60-70

Tabelle 3.46: Der Pfannen-Index in Abhängigkeit vom Schweregrad der Behinderung mit einfacher Standardabweichung

	leichte B.	mittelgradige B.	schwere B.
prä-operativ	27+/-5	27+/-13	20+/-5
post-operativ	28+/-5	24+/-7	23+/-7
zur Nachuntersuchung	27+/-6	21+/-7	21+/-7

Aus Tabelle 3.46 läßt sich entnehmen, daß die weitere Entwicklung des Pfannen-Index deutlich von der Belastung des Körpergewichtes abhängig ist, da er bei Personen mit leichter Form der Behinderung unverändert gehalten werden konnte, während es bei einer mittelgradiger Spastik zu einer Verschlechterung kam. Bei den schweren Behinderungen, die nie zu einem längeren Stehen auf eigenen Füßen kamen, traten zu den extrem schlechten Ausgangswerten keine weiteren Verschlechterungen mehr hinzu.

In Tabelle 3.47 wurde die unterschiedliche Entwicklung des Pfannen-Index danach getrennt, ob es Patienten, die dies präoperativ noch nicht vermochten, postoperativ möglich war, ein Gehen mit Krücken, oder gar ein freies Gehen zu erreichen. In dieser Aufstellung sind die Patienten nicht berücksichtigt, die auch schon vor der Operation nur leicht behindert waren, da sie in keine noch günstigere Gruppe mehr aufsteigen können, und ein Verbleiben in der gleichen Gruppe für sie demgemäß keinen Nachteil bedeutet hätte.

Es zeigt sich aber, daß auch diese Werte keinen Beitrag zur Erklärung des Erfolges oder Mißerfolges liefern können, da die Unterschiede zwischen beiden Gruppen nur gering sind. Zwar liegt bei den erfolgreich therapierten Patienten der Pfannen-Index präoperativ etwas höher, die Streuung ist dabei jedoch so groß, daß auch weite Bereiche der nicht erfolgreich zu behandelnden Gruppe darin mit enthalten ist.

Tabelle 3.47: Der Pfannen-Index in Abhängigkeit vom Erfolg der Operation mit einfacher Standardabweichung

	Aufstieg in leichtere Behinderungsgruppe	keine Veränderung oder Verschlechterung
prä-op	22+/-7	18+/-6
post-op	22+/-6	23+/-8
zur Nachuntersuchung	23+/-6	21+/-8

3.2.3 Veränderungen in den Beziehungen zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne

a) Der Abstand von Kopfzentrum zu Pfannenzentrum

Um die Kongruenz von Hüftkopf zu Hüftpfanne zu bestimmen wurden in dieser Untersuchung der Abstand ihrer Zentren bestimmt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 3.48 zusammengefaßt:

Tabelle 3.48: Der Abstand von Kopfzentrum zu Pfannenzentrum in Abhängigkeit zur Operationsmethode mit einfacher Standardabweichung

Operation	prä-op	post-op	Jahre post-op ()
DV	6+/-4	5+/-5	5+/-4 (14+/-4)
BO	9+/-7	14+/-17	5+/-2 (16+/-2)
ASO	19+/-5	25+/-18	43+/-25 (4+/-2)
ohne Operation	4+/-2	8+/-11	8+/-13 (13+/-6)

Aus den präoperativen Zahlen ergibt sich, daß ein extremer Abstand beider Zentren mit eine Indikation für die Abstützungsosteotomie war. Die Derotations-Varisierungs-Osteotomie kam dann zur Anwendung, wenn die Inkongruenz der Gelenkflächen ein noch wesentlich geringeres Ausmaß hatte. Postopera-

tiv konnten bei dieser Operation aber nur eine leichte Verringerung des Abstandes erreicht werden. Eine weitere Verschlechterung trat im Gegensatz zu den nicht operierten Seiten aber nicht mehr auf. Bei der Beckenosteotomie verschlechterte sich der Abstand der Zentren von Hüftkopf zu Hüftpfanne scheinbar. Die Messung des Pfannenzentrums im Anschluß an eine solche Operation ist aber problematisch, da zu diesem Zeitpunkt eine Kongruenz der Gelenkflächen gar nicht zu erwarten wäre. Die Erfolge dieser Vorgehensweise werden erst bei den Spätergebnissen deutlich, wobei ein Patient allerdings wegen der Ausbildung einer hohen Luxation aus der Zusammenstellung herausfallen mußte. Daß sich der Abstand der Zentren bei der Abstützungsosteotomie nach durchschnittlich vier Jahren noch weiter vergrößern konnte, ist Hinweis dafür, daß der Trochanter minor auch ein Jahr nach der Operation noch nicht zu der gewünschten Einstellung in die Hüftpfanne gekommen war.

b) Die Ausladung des Pfannendaches

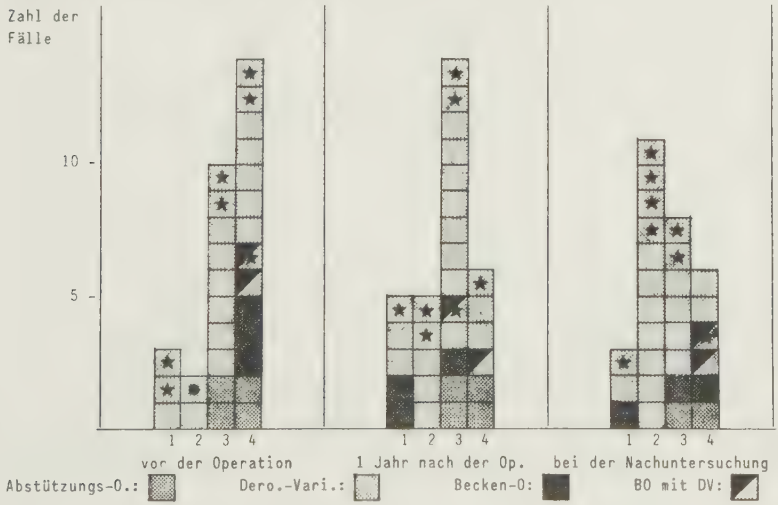
Eine weitere Meßgröße zur Ermittlung der Qualität des untersuchten Hüftgelenkes ist der Winkel der Ausladung des Pfannendaches über die Senkrechte durch das Zentrum des Hüftkopfes (CE-Winkel). Die bei den Untersuchten Personen ermittelten Werte sind in Tabelle 3.49 zusammengefaßt.

Derotations-Varisierungs- und Beckenosteotomie führten postoperativ zu deutlichen Vergrößerungen des CE-Winkels, die mit ihren Werten aber trotzdem noch immer weit im pathologischen Bereich liegen. Wie bei allen anderen untersuchten Größen kann bei der Beckenosteotomie das kurzfristig erreichte Ergebnis aber nicht gehalten werden. Die mit dem zeitlichen Abstand zu beiden Operationsarten zunehmende Streuung des Winkels zeigt aber auch, daß neben schlechten durchaus auch sehr gute Ergebisse erzielt wurden.

Tabelle 3.49: Veränderungen des Zentrum-Ecken-Winkels in Abhängigkeit zur Operationsmethode mit einfacher Standardabweichung

Operation	prä-op	post-op	Jahre post-op ()	
DV	7+/-15	17+/-10	17+/-19	(14+/-4)
BO	-12+/-3	13+/-24	2+/-18	(16+/-2)
ASO	-2+/-15	(-22+/-38)	(-15+/-31)	(4+/-2)
ohne Op.	17+/-12	16+/-13	21+/-17	(13+/-6)
Normalwerte	32	32	35	

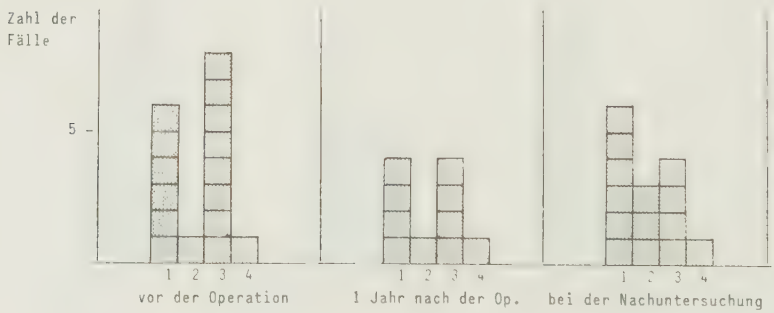
Abb. 3.50: Entwicklung des CE-Winkels der operierten Hüften in Abhängigkeit von der Art der Operation



Deutlicher geht dies aus Abbildung 3.50 hervor, in der der Großteil der Patienten mit ihrem CE-Winkel vor der Operation noch im extrem pathologischen Bereich zu finden ist. Ungefähr ein Jahr nach der Beckenosteotomie lagen bei zwei Patienten immer noch normale CE-Winkel vor, während bei zwei weiteren Patienten mit drei in der gleichen Weise operierten

Hüften wieder stark bis extrem pathologische Verhältnisse eingetreten waren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war nur noch bei einer der Beckenosteotomien eine normale Pfannenüberdachung gegeben. Die Werte für die Abstützungsosteotomie sind nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt, da der CE-Winkel hier keine geeignete Größe zur Beurteilung des Erfolges dieser Operation ist. In der Folge einer Derotations-Varisierungs-Osteotomie haben sich die Deckungsverhältnisse postoperativ gering verbessert. Diese Tendenz hielt jedoch weiter an, so daß im Durchschnitt 14 Jahre nach der Operation zum größten teil nur noch leicht pathologische CE-Winkel vorliegen. Diese Besserung kann allerdings nicht auf die Operation allein zurückgeführt werden, da eine ähnliche Entwicklung auch an den nicht operierten Hüften zu beobachten war (Abb. 3.51).

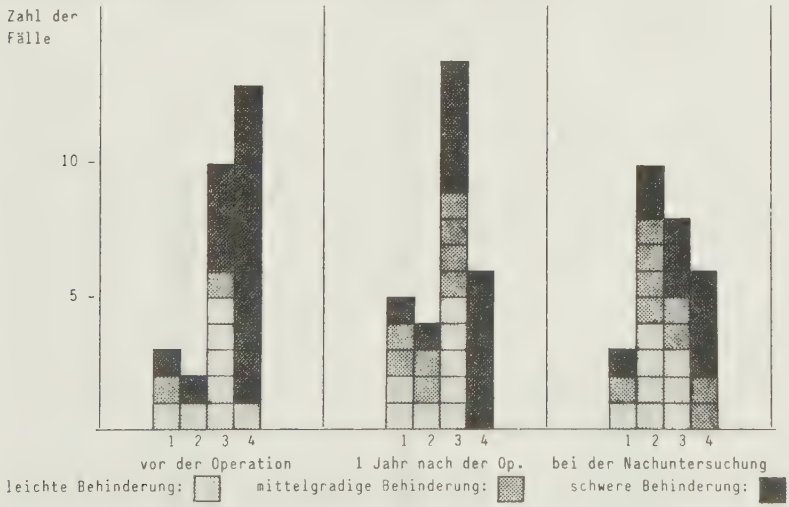
Abb. 3.51: Entwicklung des CE-Winkels der nicht operierten Hüften



Unterteilt man die ermittelten CE-Winkel nach dem Schweregrad der Spastik (Abb. 3.52), so kann man erkennen, daß extrem pathologische CE-Winkel präoperativ fast ausschließlich in der Gruppe der schweren Behinderungen zu finden waren, während die leichten und mittleren Schweregrade der Spastik größtenteils "nur" stark pathologische Winkel aufwiesen. Ein

Jahr postoperativ waren besonders in der Gruppe der schweren Behinderungen Erfolge zu verzeichnen, an der grundsätzlichen Verteilung hatte sich jedoch nichts geändert. Mit größer werdendem Abstand zu den durchgeführten Operationen ergab sich bei den leichten und mittleren spastischen Behinderungen eine weitere Verbesserung, so daß ihr größter Anteil jetzt in der Gruppe der leicht pathologischen CE-Winkel zu finden ist. Bei den schweren Behinderungen trat dagegen keine weitere Besserung der Pfannendeckung mehr ein.

Abb. 3.52: Entwicklung des CE-Winkels der operierten Hüften in Abhängigkeit vom Ausmaß der Behinderung



c) Entwicklung der Luxationen

Aus Abbildung 3.53, in der die Einteilung der Luxationen nach den Vorschlägen der DGOT vorgenommen wurde, ergibt sich die bekannte Tatsache, daß Luxationen bei spastisch gelähmten Kindern nicht die Regel, sondern eher die Ausnahme sind. Die Operationen brachten allerdings nicht ganz so spektakuläre Erfolge wie es durch die Graphik erscheint, da sich präoperativ der Grad zwei der DGOT meist aus Grenzfällen zu Grad 1 zusammensetzte. An den nicht operierten Hüften (Abb. 3.54) traten keine wesentlichen Verschlechterungen auf.

Abb. 3.53: Verteilung der Luxationen der operierten Hüften nach den Vorschlägen der DGOT

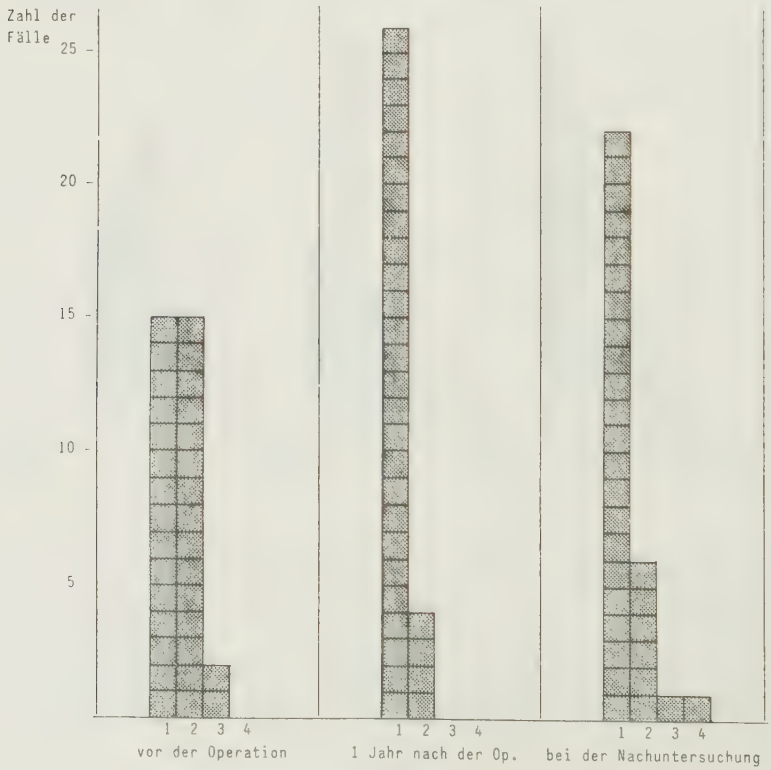
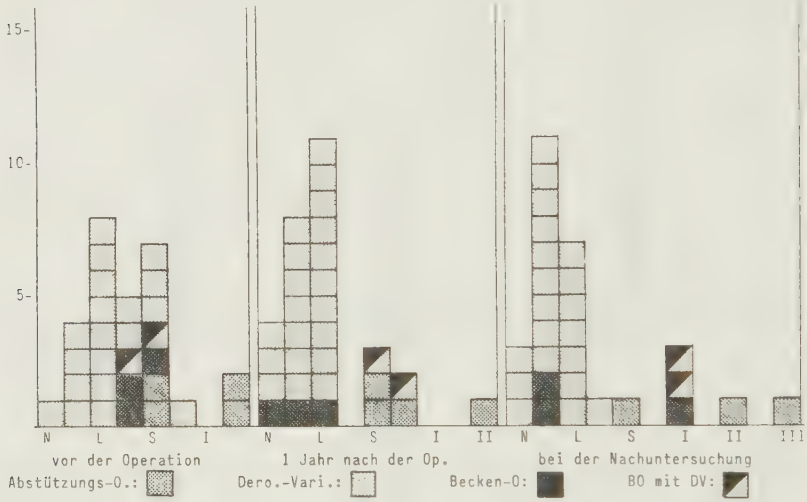


Abb. 3.54: Verteilung der Luxationen der nicht operierten Hüften nach den Vorschlägen der DGOT

Ein wirklichkeitsgetreueres Bild der therapeutischen Erfolge wird durch Abbildung 3.55 gegeben, in der die Luxationen nach dem an der Orthopädischen Poliklinik München üblichen Verfahren nach Stotz eingeteilt sind. Auch hier wird deutlich, daß es bei der Cerebralparese nur in wenigen Fällen tatsächlich zu einer Luxation kommt. Es zeigt sich aber auch, daß der Hüftkopf nur selten in vollständig normaler Position sitzt. Die Masse der Hüften sammelt sich im Bereich des grenzwertig Normalen bis hin zur Subluxation. Postoperativ herrschen die Bereiche zwischen der Normalposition und der Lateralisation vor. Nur zwei Fälle in denen eine Beckenosteotomie mit einer Derotation kombiniert ausgeführt wurde gehen noch über diese Stadien hinaus. Die Position des Hüftkopfes bei der Abstützungsosteotomie ist nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt, da in diesem Fall die Luxation des Hüftkopfes erwünschter Bestail der Operation ist.

Abb. 3.55: Verteilung der Luxationen der operierten Hüften in Abhängigkeit der Operationen, nach dem an der Orthop. Poliklinik München üblichen Verfahren

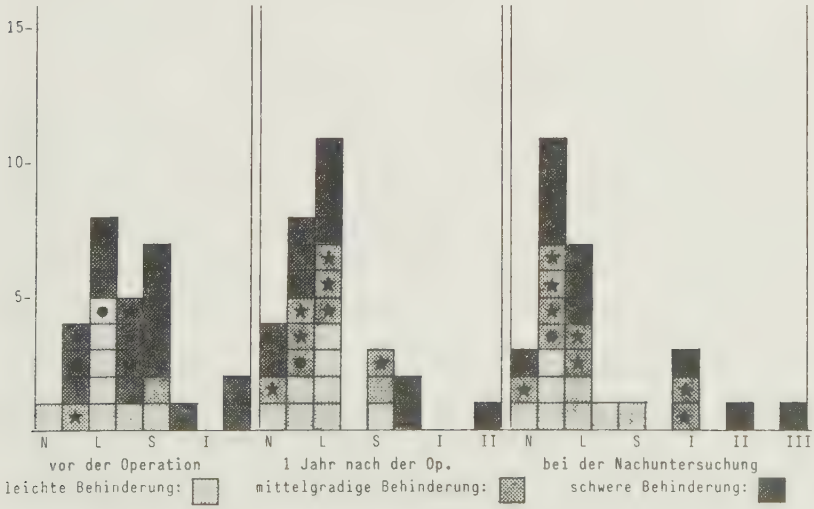


Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hat sich bei der Derotations-Varisierungs-Osteotomie die postoperativ vorherrschende Lateralisation in eine grenzwertig normale Position weiter verbessert. Bei der Beckenosteotomie konnten sich zwei Fälle halten, während der Rest sich deutlich bis in den Bereich einer vollständigen Luxation hinein verschlechterte. Bei der Abstützungsosteotomie traten zur Nachuntersuchung scheinbar höhere Luxstionsgrade auf, was Ausdruck für eine erst langsam erfolgte Einstellung des Trochanter minors in die Hüftpfanne ist.

Aus Abbildung 3.56 ergibt sich, daß präoperativ der Rahmen der Luxationen bei leichten und mittelgradigen Behinderungen vom Normalen bis hin zur Subluxation reicht, bei den schweren Formen dagegen vom grenzwertig normalen bis knapp unter die Luxation zweiten Grades. Insgesamt gesehen sind die Unterschiede jedoch eher gering. Postoperativ sind die unter-

schiedlichen Schweregrade fast gleichmäßig auf die einzelnen Bereiche verteilt, wobei aber jenseits der Subluxationsstellung nur noch schwere Formen der Behinderung anzutreffen sind. Anläßlich der Nachuntersuchung ist bei leichten und mittleren Behinderungen eine weitere leichte Besserung zu verzeichnen gewesen. Bei allen Patienten mit schwerer Spastik, die auch schon ein Jahr post operationem nichts Schlechteres als eine Subluxationsstellung aufwiesen, ist keine weitere Veränderung mehr eingetreten. Die Fälle einer schweren Spastik, die auch schon zu diesem Zeitpunkt über die Subluxation hinausgingen, haben sich seitdem jeweils um ungefähr einen weiteren Luxationsgrad verschlechtert.

Abb. 3.56: Verteilung der Luxationen der operierten Hüften in Abhängigkeit vom Schweregrad der Behinderung, nach dem an der Orthop. Poliklinik München üblichen Verfahren. (Verbesserungen zum prä- bzw. postoperativen Zustand sind mit "★" gekennzeichnet, Verschlechterungen mit "●")



Die spastisch gelähmten Kinder, die im Anschluß an die Operation in eine leichtere Form der Behinderung aufsteigen konnten, lagen präoperativ im Bereich zwischen Lateralisation und Subluxation. Da aber nur wenige Fälle höherer Luxationsgrade zur Untersuchung kamen, ist es nicht möglich zu beurteilen ob ein deutlicher operativer Erfolg in diesen Fällen unwahrscheinlicher wäre. Bei zwei Patienten, die klinisch einen solchen Aufstieg in eine leichtere Form der Behinderung erreichen konnten, ist röntgenologisch der Luxationsgrad im Vergleich zum präoperativen Zustand eindeutig schlechter geworden.

Eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen muskulären Operationen mit dem Ausmaß der Luxationen war leider nicht durchführbar, da fast alle der zur Einbestellung gelangten Personen solche Operationen schon bereits vor der dem knöchernen Eingriff hinter sich hatten, und es so an einer Vergleichgruppe fehlte.

3.3 Korrelationen zwischen röntgenologischem Befund und Schweregrad der spastischen Behinderung

Wie schon mehrmals bei der Untersuchung der einzelnen Merkmale angeklungen, trat häufig eine offensichtlichen Diskrepanz zwischen dem röntgenologischem Befund und dessen klinischen Auswirkungen auf. Um dies näher zu untersuchen wurden die ermittelten Werte aus den Röntgen-Aufnahmen in Tabelle 3.57 mit dem klinischen Schweregrad der Behinderung korreliert. Dem kam die vorgenommene Einteilung aller Daten in die vier Stadien der DGOT entgegen, da auch das Ausmaß der Behinderung um einen vierten Bereich erweitert werden konnte wenn man den Grad 1 für einen unbehinderten Menschen annahm, und die Grade zwei, drei und vier für den ansteigenden Schweregrad der Behinderung.

Tabelle 3.57: Korrelationen der zwischen den röntgenologisch ermittelbaren Werten und dem Schweregrad der Behinderung

	prä-op	post-op	13+/-6 Jahre post-op
Grad der Luxation	0,68	0,14	0,23
reeller AT-Winkel	0,37	0,37	0,14
reeller CCD-Winkel	0,40	0,32	-0,07
PE-Winkel	0,33	0,21	0,01
CE-Winkel	0,51	0,57	0,30
Ac-Winkel	0,31	0,52	0,10
Epiphysen-Index	-0,16	0,45	0,21

Vergleicht man nun die Korrelationen miteinander, so ergibt sich daraus, daß zwischen dem Grad der Luxationen und dem klinischen Bild präoperativ der größte Zusammenhang besteht. Die anderen Korrelationen weisen dagegen präoperativ entweder keine Korrelation auf (Epiphysen-Index), oder ergeben nur einen angedeuteten (AT-, CCD-, PE- und Ac-Winkel) bis leichten Zusammenhang (CE-Winkel).

Postoperativ ist der Grad der Luxation völlig ohne Bezug zum Schweregrad der Behinderung geworden. Auch die anderen Werte haben sich zum Teil stark verändert, ohne eine gemeinsame Tendenz erkennen zu lassen. Nur bei CCD- und der AT-Winkel blieb die Korrelation unverändert bestehen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ist bei allen gemessenen Größen keinerlei Korrelation mehr erkennbar.

Betrachtet wie in Tabelle 3.58 die Korrelation von mehreren zusammengefassten röntgenologischen Merkmalen mit dem Schweregrad der Behinderung, so ist in allen Gruppen ein leichter Zusammenhang zu erkennen. Generell ist der klinische Befund hier etwas höher mit der stärker betroffenen Hüfte korreliert.

Tabelle 3.58: Korrelationen zwischen den röntgenologisch ermittelbaren Werten und dem Schweregrad der Behinderung von in Gruppen zusammen gefassten Werten

	prä-op	post-op	13 Jahre post-op
Werte der stärker betroffenen Hüften	0,65	0,55	0,34
Alle Werte der weniger betroffenen Hüften	0,46	-	-
PE-, CE- und Ac-Winkel der stärker betroffenen Hüften	0,44	0,45	0,13
PE-, CE- und Ac-Winkel der weniger betroffenen Hüften	0,30	-	-
Lux., Ep.-Index und proj. Winkel der stärker betroffenen Hüften	0,65	0,62	0,59
Lux., Ep.-Index und proj. CCD-Winkel der weniger betroffenen Hüften	0,55	-	-

Die Pfanne scheint mit ihrer präoperativen Korrelation von 0,44 in ihrer Beschaffenheit von geringerer Bedeutung zu sein als der Zustand des coxalen Femurendes, das eine Korrelation von 0,65 zum klinischen Befund aufweist. Postoperativ bleiben diese Zusammenhänge weiter bestehen und weisen nicht mehr die uneinheitlichen Schwankungen der Einzelwerte auf. Während zur Nachuntersuchung die leichte Abhängigkeit zwischen Schenkelhalswerten und klinischen Befunden weiterhin unverändert bestehen blieb, ist die Korrelation der Pfannenwerte hier vollständig verlorengegangen.

IV. Diskussion der Ergebnisse

Die röntgenologisch ermittelten knöchernen Ergebnisse zeigen, daß bei der Derotations-Varisierungs-Osteotomie neben dem CCD- und dem AT-Winkel auch die Pfanne günstig beeinflußt wird. Diese Verbesserung ist mit relativ hoher Sicherheit zu erwarten. Es sollte bei dieser Operationsmethode aber, um eine Revalgisierung zu verhindern, auf mindestens 125° varisiert werden. Zum prophylaktischen Ausgleich der postoperativ eintretenden Retorquierung sollte nicht bis in die extrem pathologische Retrotorsion (nach DGOT) hinein korrigiert werden, sondern nur bis zur stark pathologischen Retrotorsion, da der Schenkelhals ansonsten in der einmal eingestellten Stellung zu verbleiben droht.

Die Ergebnisse der Beckenosteotomie waren ein Jahr postoperativ im Röntgenbild hervorragend. Wenn möglich sollte diese Operation aber nicht an erster Stelle stehen, da das Risiko einer später einsetzenden Deformierung des Pfannendaches sehr hoch ist. Die Abstützungsosteotomie brachte, wie auch schon **Echtler** (1980) zeigen konnte, röntgenologisch gute, und in ihrem weiteren Verlauf vorhersagbare Ergebnisse

Die Auswertung insbesondere der Antetorsionsaufnahmen ergab, daß eine Coxa valga häufig nicht in dem scheinbaren Ausmaß bestand, da sie in der a.p.-Aufnahme fast ausschließlich durch eine ausgeprägte Antetorsion vorgetäuscht wurde.

Operativ entstandene Asymmetrien sollten nur dann korrigiert werden, wenn dies unbedingt erforderlich erscheint, da sie sich mit dem zunehmenden zeitlichen Abstand zur Operation von selbst wieder angleichen. Eine frühzeitige Korrektur würde nur zu neuen Unwägbarkeiten der weiteren Entwicklung führen, die eine Angleichung beider Hüften wieder in Frage stellen könnte. Eine Verkürzung des operierten Beines wurde allerdings von den meisten der leicht bis mittelgradig behinderten Patienten als störend empfunden. Da diese Verkür-

zung aber zum größten Teil auf Kontrakturen der Adduktorenmuskulatur zurückzuführen war, sollten hier Adduktorentenotomien großzügigere Anwendung finden.

Die passive Beweglichkeit im Hüftgelenk zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war nach durchgeführter Derotations-Varisierungs-Osteotomie am größten, gefolgt von der Beckenosteotomie. Die Abstützungsosteotomie wies den geringsten Bewegungsspielraum auf. Es traten aber im Einzelfall im Anschluß an alle Operationen sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen auf, so daß die weitere Entwicklung auf das Individuum bezogen kaum vorhersagbar ist. Ein deutlicher Zusammenhang des Bewegungsumfanges mit der Intelligenz oder der krankengymnastischen Therapie war nicht zu erkennen.

Die Untersuchung zeigte, daß Reflexe kaum geeignet sind Hinweise auf die voraussichtliche postoperative Entwicklung zu geben, und damit über die Operationswürdigkeit zu entscheiden. Eine Weiterentwicklung der Reflexe durch einen durch die Operation verringerten Schweregrad der Behinderung ist nicht erkennbar - auch bei unverändertem Schweregrad der Behinderung besserte sich das Reflexverhalten, so daß man von einer zeitabhängigen Entwicklung ausgehen muß.

Auch Rollen, Robben oder freies Sitzen konnten keine Hinweise auf das voraussichtliche Ergebnis der Operation geben. Lediglich die Fähigkeit zu Gehen, die mit einer leichten bis mittelgradigen Behinderung gleichbedeutend ist, scheint ein hinlänglich zuverlässiges Kriterium für einen voraussehbaren Erfolg darzustellen.

Das klinische Bild ist kaum abhängig vom röntgenologisch ermittelten Zustand des Hüftkopfes oder der Hüftpfanne. Nur präoperativ sind leichte Korrelationen zwischen klinischem Schweregrad der Behinderung und Zustand des Hüftgelenkes erkennbar. Die deutlichste Korrelation eines einzelnen Kriteriums besteht dabei mit dem Ausmaß der Luxationen. Der

Zustand der Pfanne ist insgesamt für den klinischen Eindruck bedeutsamer als der des coxalen Femurendes. Generell richtet sich der klinische Schweregrad mehr nach der Hüfte mit den schlechteren Meßwerten. Postoperativ liegt fast kein Zusammenhang mehr vor; mit zunehmendem Abstand zur Operation nimmt die Korrelation sogar noch weiter ab.

Der Erfolg der Operation im Sinne eines Wechsels der Behinderungsgruppe (siehe Seite 84) ist von der Intelligenz unabhängig. Auch der Schweregrad der Behinderung ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Dagegen hat sich die Art der Behinderung als sehr hilfreich für die Vorhersagbarkeit des weiteren Verlaufs erwiesen. Es zeigte sich, daß beim Vorliegen einer Diparese, unabhängig vom Schweregrad der Behinderung, überdurchschnittlich viele Erfolge zu verzeichnen waren (3 aus 5 Fällen). Bei der Tetraparese konnte, trotz der größeren Anzahl von untersuchten Personen, nur in einem einzigen aus zehn Fällen ein Erfolg erzielt werden. Dieser Fall lag aber so nahe an der Grenze zur Diparese, daß er wechselnd in den Krankenunterlagen auch als solche geführt worden war.

Die Erfolge der Patienten, die im Anschluß an die Operation motorisch so weit gefördert werden konnten, daß zum ersten Mal in ihrem Leben eine Fortbewegung mit Krücken, oder sogar ein freies Laufen ermöglicht wurde, waren unabhängig vom röntgenologisch erfaßbaren Ergebnis der knöchernen Operationen. In manchen Fällen waren im Röntgenbild sogar Verschlechterungen zum präoperativen Zustand festzustellen.

Der Erfolg der auch schon vor der Operation nur leicht behinderten Kinder ließ sich mittels der Krankenunterlagen nicht sicher beurteilen. Eine eindeutige Verschlechterung war aber nur in einem einzigen Fall aufgetreten.

Wenn durch die Operation ein Wechsel des Schweregrades der Behinderung zu erreichen war, so war dieser, mit einer einzigen Ausnahme, innerhalb eines Jahres nach der Operation erfolgt.

V. Zusammenfassung

An der Orthopädischen Poliklinik der Universität München wurden in den Jahren von 1966 bis 1983 an cerebral gelähmten Kindern insgesamt 68 knöcherne Eingriffe vorgenommen. Diese scheinbar geringe Anzahl im Vergleich zur Gesamtzahl der an dieser Klinik unter Behandlung genommenen Spastiker, ist dabei als Ausdruck einer äußerst restriktiven Indikationsstellung zu knöchernen Eingriffen zu sehen, insbesondere da es ohnehin nur in weniger als 5% der Fälle zu einer Luxation, die erst eine knöcherne Operation in Erwägung ziehen liesse, kommt.

Zur Nachuntersuchung erschienen 22 Patienten von denen sechs leicht, zwei mittelgradig, und 14 schwer behindert waren (siehe dazu die Einteilung auf Seite 84). Es wurden vorwiegend Derotations-Varisierungs-Osteotomien (19 Fälle) vorgenommen, neben Abstützungsosteotomien (4 Fälle), Bekkenosteotomien (3 Fälle), Beckenosteotomien mit Derotations-Varisierungs-Osteotomien kombiniert (2 Fälle) und einer Adduktionsosteotomie. Die Operationen lagen dabei durchschnittlich 13 Jahre zurück. Die Behinderungen verteilten sich auf elf Teraplegien, drei Hemiplegien und acht Diplegien.

Nach der Operation gelang es von diesen 22 Patienten vieren von einer ausschließlichen Fortbewegung im Rollstuhl zu einer vorwiegenden Benutzung von Stockstützen zu kommen, und einer Patientin auf ihre Stockstützen gänzlich verzichten zu können. In den restlichen Fällen konnte dagegen keine Besserung erzielt werden, bzw. kam es in einem Fall sogar zu

einer Verschlechterung, so daß der Patient nach ursprünglich leichter Behinderung im Anschluß an die Operation Stockstützen zu Fortbewegung benötigte.

Die Art der Operation und der Schweregrad der Behinderung waren dabei für einen Erfolg der Behandlung weniger ausschlaggebend. Von besonderem Einfluß zeigte sich aber die Art der Verteilung der Behinderung. So kann bei Tetraparetikern durch eine Operation kaum mit einer deutlichen Befundverbesserung gerechnet werden (ein Fall aus zehn, siehe Kasuistik Fall 1). Diparetiker zeigten dagegen, auch in Fällen schwerer Behinderungen, mit drei deutlichen Befundverbesserungen bei insgesamt fünf Fällen, die besten Erfolge (siehe Kasuistik Fall 2).

Kasuistik

Fall 1: Die Patientin wurde als typische Vertreterin für einen schweren Fall von Teraparese gewählt, bei der es auch nach einer Vielzahl von Operationen niemals auch nur zu einem Gang mit Gehstützen gekommen war. Nach den Ergebnissen dieser Arbeit wären für sie von Beginn der Behandlung an knöcherne Operationen als erfolgversprechende Therapie nicht in Betracht gekommen.

Fall 2: Diese Patientin wurde als Vertreterin der besonders erfolgversprechenden Gruppe der Diparetiker gewählt, bei der durch die Operation sowohl subjektiv als auch objektiv eine deutliche Befundverbesserung erreicht werden konnte.

Fall 1

6.1.62 Geburt Johanna W.
6-Monatskind, Steißlage, Geburtsgewicht 1500 gr.
Spastische Teraplegie, schwere geistige Behinderung, nicht sitz- oder stehfähig.

22.6.66 Rö: Subluxation des rechten Hüftgelenkes

22.10.66 Derotations-Varisierungs-Osteotomie und Rectus Iliopsoas-Verbund re. (AT-Winkel von 70° auf 0°, CCD-Winkel in Angleichung an die Gegenseite 150°)

15.12.66 Entfernung des Metalls. Rö: Knöcherne Konsolidierung, Hüftkopf hat Tendenz in Adduktion zu luxieren. Verordnung einer Spreizschale.

4.7.67 Johanna kann nur "unter viel Geschrei" in der Spreizschale gehalten werden. Eröffnung einer Fistel an der operierten Hüfte. Das Kind ist nicht in der Lage sich ohne Rollstuhl fortzubewegen.

1971-1977 Die Eltern haben das Kind der ärztlichen Behandlung entzogen und zu Hause alleine betreut.

1977 Aufnahme in eine Beschützende Werkstatt.

28.2.78 Rö: Projizierter CCD-Winkel re. 168°. Auf der Gegenseite kam es zu einer spontanen Abstützung. Das Kind ist nicht in der Lage sicch ohne Rollstuhl fortzubewegen.

13.8.84 Rö: An der operierten Seite trat keine wesentliche Veränderung mehr auf. Die spontane Abstützung der Gegenseite hat sich stabilisiert. Trendelenburg bds. nicht prüfbar, Beinlängenunterschied 2 cm, Beckenschrägstand 4 cm.
Beweglichkeit im Hüftgelenk:

Ext./Flex. Re:	0	30	90	Li:	5	25	105
Abd./Add.	30	0	35		20	10	35
AR/IR	57	30	15		30	20	20

Ein Gehen mit Stockstützen wurde nie erreicht.

Bild 1

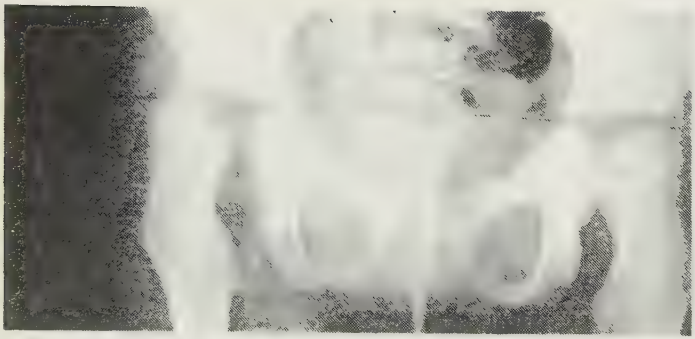


Bild 2

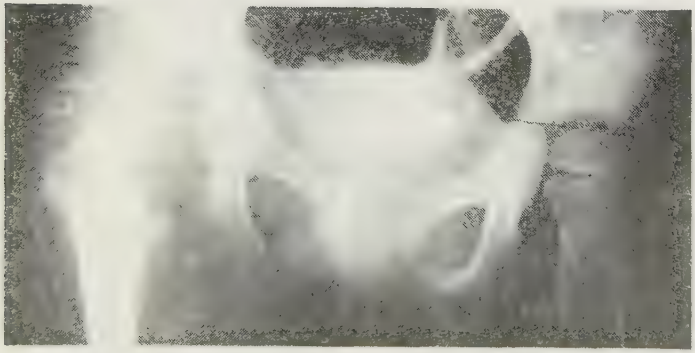


Bild 3

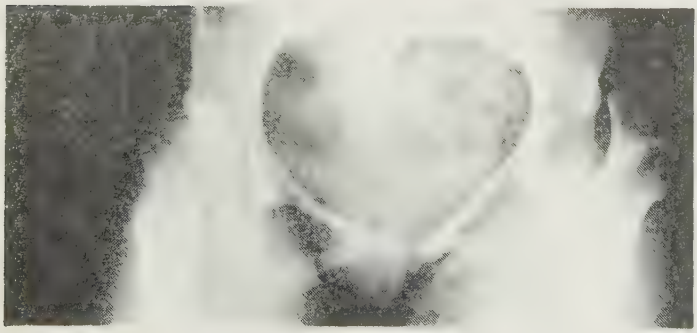


Bild 1: Aufnahme vom 7.10.66, zwei Wochen vor der Operation
Bild 2: Aufnahme vom 15.12.66, kurz vor der Metallentfernung
Bild 3: Aufnahme anläßlich der Nachuntersuchung am 13.8.84

Fall 2

27.12.62 Geburt Anneliese M.
6,5-Monatskind, spastische Diplegie, ohne geistige Behinderung. Mühsames Gehen und Stehen ist möglich.

4.9.68 Rö: Extreme Antetorsion bds., grenzwertige Normalposition des Hüftkopfes re., li. o.B.

25.1.67 Rectus-Iliopsoas-Verbund bds., Beckenspreizgips.

3.67 Keine Hüft- und Kniebeugekontrakturen.

22.10.68 Derotations-Varisierungs-Osteotomie re. mit Witt-Viernstein-Gerät. (AT von 60° auf 0°, CCD-Winkel praktisch unverändert auf 125°)

8.7.69 Entfernung des Materials.
Rö: Gute Stellung der Osteotomie.
Das Kind läuft jetzt in der Regel ohne Zuhilfenahme von Stöcken.

16.11.71 Das Kind läuft frei, IR beim Gehen re. 15-20°, AR stark eingeschränkt, Spitzfuß re.

14.8.84 Rö: An der operierten Hüfte trat keine wesentliche Änderung mehr auf.
Trendelenburg bds. nicht pathologisch, Beckenschrägstand 2 cm, Beinlängenausgleich 3 cm.
Beweglichkeit im Hüftgelenk:

Ext./Flex. Re:	0	5	90	Li:	5	5	100
Abd./Add.	20	20	25		40	0	20
AR/IR	20	0	35		20	0	30

Die Patientin kam ohne Krücken.

Bild 1

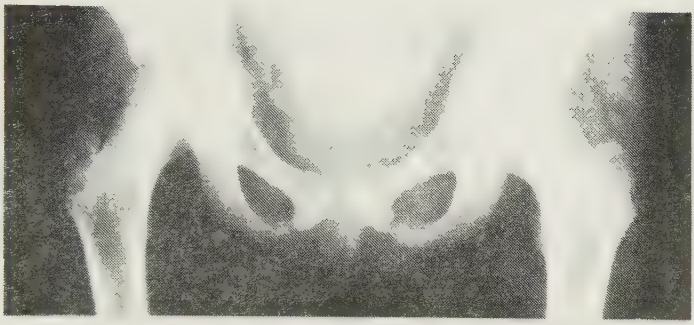


Bild 2

Bild 3

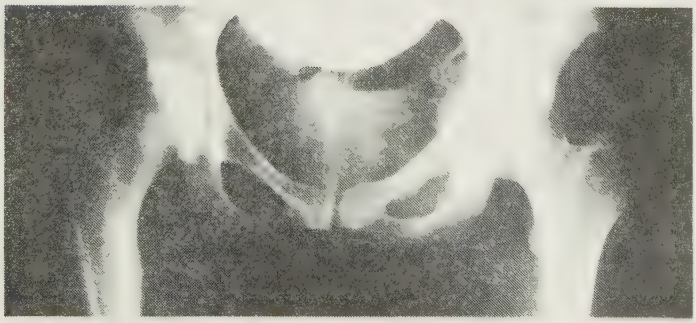


Bild 1: Aufnahme vom 4.9.68, sechs Wochen vor der Operation

Bild 2: Aufnahme vom 16.4.69, drei Monate nach der Metallentfernung

Bild 3: Aufnahme anläßlich der Nachuntersuchung am 14.8.84

Literaturverzeichnis

Anthonsen, W.: Treatment of Hip Flexion Contracture in Cerebral Palsy Patients. Acta orthop. scand. **37** (1966) 387.

Badalyan, O.O.: Zitiert nach Zülch.

Bardet, P. und Perrot,A.: Les centres articulaires de la hanche. J. radiol. électrol., **18** (1934) 361-375.

Baumann, J.U.: Operative Behandlung der infantilen Zerebralparese. Thieme, Stuttgart 1970.

Bernbeck, R. und Dahmen, G.: Kinderorthopädie. Thieme, Stuttgart 1976.

Bleck, E.E.: Postural and Gait Abnormalities caused by Hip-Flexion Deformities in Spastic Cerebral Palsy. J. Bone Jt. Surg. **53-B** (1974) 10.

Broggi, G. et al: Long Term Results of Stereotactic Thalamotomy for Cerebral Palsy. Neurosurgery **2** (1983) 195-202.

Burr, D.B. et al.: A Method for Radiographically Measuring True Femoral Rotation. Clin. Orthop. **167** (1982) 139-145.

Capchal, G. und Waigand, D.: Orthopädische Therapie, Thieme, Stuttgart 1971.

Cazauvielh, D.M.P.: Recherches sur l'agénésie cérébrale et la paralysie congéniale. Archives Générale de Médecine. 5. Jahrgang, Band 14 (1827) 5-33.

Chapchal, G.: Persönliche Mitteilungen, 1965. Zitiert nach Baumann.

Chiari, K.: Beckenosteotomie zur Pfannendachplastik. Wien. Med. Wschr. **103** (1953) 707-709.

Chiari, K.: Geschichte und aktuelle Indikation der pfannenbildenden Eingriffe am Hüftgelenk. Arch. orthop. Unfall-Chir. **86** (1976) 67-76.

Cotard: Zitiert nach S.Freud

Dega, W.: (1931) Zitiert nach Dega (1973).

Dega, W.: Entwicklung und klinische Bedeutung der dysplastischen Hüftgelenkspfanne. Orthopäde **2** (1973) 202-218.

Dreesmann Angeborene Hüftverrenkung. Dtsch. Z. Chir. **96** (1908) 476-482.

Dunlap, K. und Shands, A.R.: A New Method for Ditermination of Torsion of the Femur. J. Bone Joint Surg. (Am.) **35** (1953) 289-311.

Dunn, P.M.: Conginital Dislocation of the Hip (CDH): Necropsy Studies at Birth. Proc. R. Soc. Med. **62** (1969) 1035-1037.

Echtler, M.: Die Abstützungsostetomie zur Behandlung der Hüftluxation im Kindesalter. Inauguraldisseratation, Universität München, 1980.

Eyre-Brook, A.L.: Osteochondritis Deformans Coxae Juvenilis or Perthes Desease. J. Bone Joint Surg. **24-B** (1936) 166.

Foerster, O.: Der atonisch-astatische Typus der infantilen Cerebrallähmung. Dtsch. Arch. klin. Med. **98** (1910) 216.

Freud, S.: Die infantilen Cerebrallähmungen. In: Spezielle Pathologie und Therapie. Band IX/2, Nothnagel, Wien 1897.

Galeazzi, R.: Über die Torsion des verrenkten oberen Femurendes und ihre Beseitigung. 9. Verh. dtsch. Ges. orthop. Chir. (1910) 334-352.

Gant: Zitiert nach Echtler.

Gautier: Zitiert nach Rippstein.

Gentling,P.: Cerebral parese i Ostdanmark 1965-1974 I. Faldende frekvens af medfodte tilfaelde. Ugeskr. Laeger **144** (1982) 119-124.

Gentling,P.: Cerebral parese i Ostdanmark 1965-1974 IV. Perinatale faktorers betydning for dyskinetiske tilfaelde. Ugeskr. Laeger **145** (1983) 1407-1413.

Göb, A.: Klinik und Behandlung zerebral gelähmter Kinder. Aus: Lange, M., Lehrbuch der Ortopädie und Traumatologie, Band 2, Teil 1, Enke, Stuttgart 1965.

Guérin Zitiert nach Chiari (1976).

Hallervorden, J.: Entwicklungsstörungen und frühkindliche Erkrankungen des Zentralnervensystems. In: Bergmann, Frey, Schwiegk, Handbuch der inneren Medizin, Band 5. Springer, Berlin 1953.

Hanefeld, F.: In Hopf, Poeck, Schliak, Neurologie in Klinik und Praxis. Thieme, Stuttgart,New York 1983.

Hanefeld,F.: Klinik der Prä-, Peri- und Postnatalschäden. In: Hopf, Poeck, Schliak. Neurologie in Klinik und Praxis. Thieme, Stuttgart,New York 1983.

Henriksson, L.: Measurement of Femoral Neck Anteversion and Inclination. Acta Orthop. Scand. (Beilage),186.

Heyman, C.H. und Herndon C.H.: Legg-Perthes Disease. A Method for the Measurement of the Roentgenographic Results. J. Bone Joint Surg. **32-A** (1950) 767-778.

Hilgenreiner, H.: Zur Frühdiagnose der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. Med. Klin. **21** (1925) 1385-1388, 1425-1429.

Howorth, M.B.: Congenital Dislocation of the Hip is not a Primary Dysplasia of the Acetabulum. 8. Kongress der Soc. Int. Chir. Orthop., New York (1960) 150-162.

Ingram, T.: Zitiert nach Krenkel, W. und Böcheler, J.L.

Jäger, M. und Refior, H.J.: Der Kopfepiphysenwinkel. Orthop. Prax. **10** (1974) 32-36.

Keats, S. und Morgese A.N.: A Simple Anteromedial Approach to the Lesser Trochanter of the Femur for the Release of the Iliopsoas. J. Bone Jt. Surg. **49-A** (1967) 632.

Köhler, A.: Die normale und pathologische Anatomie des Hüftgelenks und Oberschenkels in röntgenographischer Darstellung. Gräfe und Sillem, Hamburg 1905.

Krenkel, W. und Böcheler, J.L.: In Thom, Die infantilen Zerebralparesen. Thieme, Stuttgart,New York 1982.

Kundrat Ueber die intermeningealen Blutungen Neugeborner. Wien. Klin. Wschr. **46** (1890) 887-889.

Künne, B.: Paralytische und spastische Hüftluxationen. Arch. orthop. Chir. **13/2** (1915) 111-139.

Lange, F.: Die Behandlung der angeborenen Hüftverrenkung. Mü. Med. Wschr. **45/1** (1898) 451-454.

Lange M.: Orthopädisch-chirurgische Operationslehre, 2. Auflage, Bergmann, München 1962.

Lange M.: Orthopädisch-chirurgische Operationslehre, Ergänzungsband: Neueste Operationsverfahren. Bergmann, München 1968.

Lange, M. und Hipp E.: Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie, Band 2, Teil 1, Enke, Stuttgart 1976.

Le Damany, P.: Die angeborene Hüftgelenksverrenkung, ihre Ursachen, ihr Mechanismus, ihre anthropologische Bedeutung. Z. Orthop. **21** (1908) 129-169.

Legg A.T.: Transplantation of Tensor Fasciae Femoris in Cases of Weakened Glutaeus medius. New England J. Med. **209** (1933) 61.

Lenz, W.: Zeitplan der menschlichen Organogenese als Maßstab für die Beurteilung teratogener Wirkungen. Fortschr. Med. **87** (1969) 520-526.

Lingg, G. und Torklus, D. von: Röntgenzeichen der acetabulären Hüftdysplasie beim Erwachsenen. Radiologe **21** (1981) 291-295.

Little, W.J.: On the Influence of Abnormal Parturition, Difficult Labour, Premature Birth and Asphyxia Neonatorum on the Mental and Physical Condition of the Child, Especially in Relation to Deformities. The Lancet, 19. Okt. 1861, 378-380.

Mac Ewen, G.D.: The Treatment of Scoliosis in Cerebral Palsy with Spinal Fusion and Harrigton-Instrumentation. Vortrag der Amer. Acad. of Cerebral Palsy, Miami 1968. (Zitiert nach Baumann)

Mann, M. und Hippe, P.: "Palliativeingriffe" am Hüftgelenk bei schweren zerebralen Bewegungsstörungen. Z. Orthop. **120** (1982) 602.

Martius, G.: Plazentainsuffizienz und perinatale Sterblichkeit. Therapiewoche **16** (1966) 895-902.

Mau, H.: Die Hüftgelenksveränderungen bei spastischen Lähmungen. Z. Orthop. **84** (1954) 407-445.

McNutt, S.: Double Infantile Spastic Hemiplegia. Am. J. Med. Sciences, **90** (1885) 58-79.

Mikulicz, J.: Über individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Arch. Anat. Abt. 1 (1878) 351-404.

Müller, M.E.: Ischiométrie radiologique. Schweiz. Med. Wochenschr. **40** (1955) 971.

Müller, M.E.: Die hüftnahen Femurosteotomien. Thieme, Stuttgart 1971.

Mustard W.T.: Iliopsoas Transfer for Weakness of the Hip Abductors. J. Bone Jt. Surg. **34-A** (1952) 647.

Nagel, J.W.: Das Verhalten der kindlichen Hüftepiphyse nach Varisierungsosteotomie beurteilt nach verschiedenen Epiphysenwinkeln und anderen Meßwerten des Hüftgelenks. Inauguraldissertation, Universität Münster 1978.

Neuhäuser, G.: In Thom, Die infantilen Zerebralparesen. Thieme, Stuttgart,New York 1982.

Pauwels, F.: Atlas zur Biomechanik der gesunden und der kranken Hüfte. Springer, Berlin,Heidelberg,New York 1973.

Pemberton, P.A.: Pericapsular Osteotomy of the Ilium for Treatment of Congenital Subluxation of the Hip. J. Bone Jt. Surg. **47-B** (1965) 65-86.

Pollok, G.A.: Surgical Treatment of Cerebral Palsy. J. Bone Jt. Surg. **44-B** (1962) 68.

Pöschl, M.: Juvenile Osteo-Chondro-Nekrosen. In: Diethelm L., Heuk F., Olsson O., Strnad F., Vieten H., Zuppinger A. (Hrsg.) Handbuch der meizinischen Radiologie, Band 5, Teil 4, Springer, Berlin,Heidelberg,New York 1971

Rippstein, J.: Zur Bestimmung der Antetorsion des Schenkelhalses mittels zweier Röntgenaufnahmen. Z. Orthop. **68** (1955) 345-360.

Salter, R.B.: Innominate Osteotomy in Treatment of Congenital Dislocation and Subluxation of the Hip. J. Bone Jt. Surg. **43-B** (1968) 522-538.

Schanz, A.: Zur Behandlung der veralteten angeborenen Hüftverrenkung. Verh. Dtsch. Orthop. Ges., 16. Kgr., (1921) 442-444.

Selig, R.: Surgical Approach to the Obturator Foramen. J. Bone Jt. Surg. **16** (1934) 950.

Sharrard W.J.W.: Posterior Iliopsoas Transplantation in the Treatment of Paralytic Dislocation of the Hip. J. Bone Jt. Surg. **46-B** (1964) 426.

Sorba, M.: Zitiert nach Zülch.

Soutter, B. und Bradford : Zit. nach J. Rippstein.

Spitzy, H.: Künstliche Pfannendachbildung. Z. orthop. Chir. **43** (1923) 284-294.

Stephanson, C.T. und Donovan, M.M.: Transfer of Hip Adductor Origins to the Ischium in Spastic Cerebral Palsy. Vortrag auf der Jahrestagung der Amer. Acad. Orthop. Surg. 1969. (Zitiert nach Baumann).

Stewart, S.F. und Karscher, R.G.: Congenital Dislocation of the Hip. A Method of Determining the Degree of the Femoral Neck. Amer. J. Roentgenol. **15** (1926) 258.

Stochdorph, O.: In: Eder und Gedigk, Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der Pathologischen Anatomie. Springer, Berlin,Heidelberg,New York 1977.

Stoffel, A.: The Treatment of Spastic Contraktures. Amer. J. Orthop. Surg. **10** (1913) 611-628.

Storck, H.: Verh. Dtsch. Orthop. Ges. **30** (1936) 345.

Stotz, S.: Probleme wissenschaftlicher Forschung bei der Infantilen Zerebralparese. Münch. Med. Wschr. **16** (1973) 704-707.

Stotz, S.: Orthopädie im Säuglingsalter. Mü. Med. Wschr. **120** (1978) 1153-1158.

Stotz, S. und Müller J.: Tonusveränderungen der Muskulatur in Nachtschienen bei der infantilen Zerebralparese. Z. Orthop. **111** (1973) 88-92.

Stulberg, S.D. und Harris,W.H.: Acetabular Dysplasia and Development of Osteoarthritis of Hip. In: The Hip, 2. Treffen der Hip Society, (1974) 82-92.

Terplan, K.L.: Brain Changes in Newborns, Infants and Children with Congenital Heart Disease in Association with Cardiac Surgery. J. Neurol. **212** (1976) 225-236.

Thiele, U.: Untersuchungen über die Normalwerte der Hüftepiphysenwinkel und ihre Abhängigkeit von anderen Meßwerten des Hüftgelenks. Inauguraldissertation, Universität Münster, 1978.

Thom, H.: Die Antetorsion des koxalen Femurendes bei der infantilen Zerebralparese. Verh. Dtsch. Orthop. Ges., **49** (1961) 166-177.

Thom, H.: Die infantilen Cerebralparesen. Thieme, Stuttgart, 1982.

Tizard J.P.: Zitiert nach Krenkel, W. und Böcheler, J.L.

Tönnis, D.: Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1984.

Tönnis, D. und Brunken, D.: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Arch. Orthop. Trauma. Surg. **64** (1968) 197-228.

Tönnis, D.et al.: Hüftluxation und Hüftkopfnekrose. Eine Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftsysplasie der Dtsch. Ges. für Orthop. und Traumatol., Bücherei des Orthopäden, Band 14, Enke, Stuttgart 1978.

Ullmann, K.: Zur Frage der röntgenologischen Beurteilung des knöchernen Pfannendaches mit weiteren Ergebnissen der Röntgenstammbaumforschung. Verh. Dtsch. Ges. Orthop., 33. Kongress, Z. Orthop. **69** (1939) 268-271.

Wiberg, G.: Studies on Dysplastic Acetabulum and Congenital Subluxation of the Hip Joint with Special Reference to the Complication of Osteoarthritis. Acta Chir. Scand., Vol. 83 (Suppl.58)

Zippel, H.: Untersuchungen zur Normalentwicklung der Formelemente am Hüftgelenk im Wachstumsalter. Beitr. Orthop. **18** (1971) 255-270.

Zülch K.J.: In Thom, Die infantilen Zerebralparesen. Thieme, Stuttgart, New York 1982.

Nachwort

Für die Überlassung des Themas und für die Anregungen bei der Ausarbeitung möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Stotz sehr herzlich bedanken.
Dank schulde ich auch den Damen des Spastiker-Zentrums München, allen voran Frau von Zawadzky, die mich auf denkbar freundliche Weise unterstützt haben.

Lebenslauf

Am 16. Dezember 1959 wurde ich als erster der drei Söhne des Diplom-Ingenieurs für Bauwesen Herbert Huber, und dessen Ehefrau, der Dermatologin Dr. med. Gertraud Huber-Riffeser in München geboren

1966-1970	Besuch der Josef-Breher-Volksschule in Pullach im Isartal.
1970-1979	Besuch des naturwissenschaftlichen Zweiges am staatlichen Gymnasium derselben Gemeinde.
1979-1980	Wehrdienst in einem Sanitäts-Bataillon der 1. Gebirgs-Division in Murnau.
1980	Beginn des Studiums der Human-Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, München.
1982	Bestehen der Ärztlichen Vorprüfung.
1983	Bestehen der 1. Ärztlichen Prüfung.
1985	Bestehen der 2. Ärztlichen Prüfung. Absolvierung der Tertiale des Praktischen Jahres an der University of Cambridge, der Orthopädischen Klinik Harlaching und der Medizinischen Poliklinik München.
1986	Bestehen der Ärztlichen Prüfung und Erteilung der Approbation.